

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання  
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»  
УДК 621.331

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А. Попов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

**спеціалізації** Енергетичний менеджмент та енергоефективність

**на тему:** «Підвищення ефективності електроспоживання житлових  
будинків (на прикладі м.Славутич)»

Виконала студентка VI курсу, групи ОН-371мп

\_\_\_\_\_ Моташко Аліна Михайлівна \_\_\_\_\_

Науковий керівник к.ф.-м.н., доц. Стрелкова Г.Г. \_\_\_\_\_

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д. \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
(повна назва)

Кафедра електропостачання  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А. Попов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту  
Моташко Аліна Михайлівна**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Підвищення ефективності електроспоживання житлових будинків (на прикладі м.Славутич)»

науковий керівник дисертації к.ф.-м.н., доц. Стрелкова Г.Г. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «05» листопада 2018 р. № 4089-с

2. Строк подання студентом дисертації 10 грудня 2018 року

3. Об'єкт дослідження процес електроспоживання житлових будинків

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) ефективність процесу електроспоживання житлових будинків (на прикладі м. Славутич)

5. Перелік завдань, які потрібно розробити обґрунтування актуальності підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків; створення статистичної бази даних з електроспоживання житлових будинків м. Славутич; характеристика методів моделювання енергетичних витрат та обсягів електроспоживання; побудова математичної моделі процесу електроспоживання житлових будинків на прикладі м. Славутич; розроблення стартап проекту

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація – наочні матеріали за результатами дослідження (алгоритми розрахунків та діаграми)
7. Орієнтовний перелік публікацій — I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ 21–22 листопада 2018 р
8. Консультанти розділів дисертації  
Нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.
9. Дата видачі завдання 18 квітня 2018 року

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Обґрунтування актуальності підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків	29.10.18-02.11.18	
2	Створення статистичної бази даних з електроспоживання житлових будинків м. Славутич	05.11.18-09.11.18	
3	Характеристика методів моделювання енергетичних витрат та обсягів електроспоживання	12.11.18-16.11.18	
4	Побудова математичної моделі процесу електроспоживання житлових будинків на прикладі м. Славутич	12.11.18-16.11.18	
5	Розробка стартап проекту	19.11.18-23.11.18	
6	Оформлення дисертації	26.11.18-30.11.18	
7	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	03.12.18-07.12.18	
8	Передзахист дисертації	10.12.18-14.12.18	
9	Захист дисертації	17.12.18-20.12.18	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

А. М. Моташко

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_

(підпис)

Г. Г. Стрелкова

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається із основної частини та графічних матеріалів. Основна частина складається з 5-ти розділів та містить 80 сторінок основного тексту. В тексті роботи наведено 6 ілюстрацій, 19 таблиць та 30 посилань на джерела.

**Актуальність теми.** Питання підвищення енергоефективності житлових будинків є досить важливим на сьогодні. Оскільки раціональне використання ресурсів дасть змогу жителям житлових будинків сплачувати менше за комунальні послуги. В магістерській дисертації буде розглядатися підвищення енергоефективності за рахунок зменшення обсягів споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Так економія електроенергії може здійснюватися за допомогою заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі, встановлення датчиків руху (присутності), системи управління освітленням.

**Мета дослідження :** підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків для скорочення витрат домогосподарств на оплату комунальних послуг (на прикладі м. Славутич).

Задачі дослідження :

- обґрунтування актуальності підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків;
- створення статистичної бази даних з електроспоживання житлових будинків м. Славутич;
- характеристика методів моделювання енергетичних витрат та обсягів електроспоживання;
- побудова математичної моделі процесу електроспоживання житлових будинків на прикладі м. Славутич;
- розроблення стартап проекту.

**Об'єкт дослідження :** процес електроспоживання житлових будинків.

**Предмет дослідження** : ефективність процесу електроспоживання житлових будинків (на прикладі м. Славутич).

**Методи дослідження** : В магістерській дисертації застосовується системний підхід щодо електроспоживання для аналізу та визначення впливу стохастичних показників на обсяги споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Зокрема були застосовані наступні методи: аналіз часових рядів, в нашому випадку – обсяги споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич по місяцях та по роках; регресійний аналіз; порівняльний аналіз; кореляційний аналіз.

**Наукова новизна** : математична модель побудована на підставі аналізу статистичних показників фактичного електроспоживання житлових будинків дозволяє виявити основні чинники впливу на досліджуваний результативний показник, а також оцінити міру їх впливу на обсяги споживання з урахуванням специфіки житлових будинків.

**Практична значущість** : результати дослідження щодо підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків можуть бути використані для скорочення витрат домогосподарств м. Славутич на оплату комунальних послуг.

**Апробація результатів дисертації.** На основі матеріалів, використаних в процесі дослідження було зроблено доповідь на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ 21–22 листопада 2018 р.

**Ключові слова** : енергоефективність, електрична енергія, лампи розжарювання, енергозберігаючі лампи, обсяги споживання електричної енергії.

## SUMMARY

The master's dissertation consists of the main part and graphic materials. The main part consists of 5 sections and contains 80 pages of the main text. The text contains 6 illustrations, 19 tables and 30 references to sources.

**Topicality of the topic.** The issue of improving energy efficiency of residential buildings is very important today. As rational use of resources will allow residents of residential houses to pay less for utilities. In the master's thesis will be considered increase of energy efficiency at the expense of reduction of volumes of electric energy consumption in places of common use of residential buildings. So the energy savings can be achieved by replacing incandescent lamps with energy saving devices, installing motion sensors (presence), lighting control systems.

The purpose of the study is to increase the efficiency of the residential buildings' electricity consumption process in order to reduce household expenses for the payment of utilities (for example, the city of Slavutych).

Research objectives:

- substantiation of the importance of increasing the efficiency of the process of electricity consumption of residential buildings;
- creation of a statistical database on the electricity consumption of residential buildings in Slavutych;
- description of methods of modeling energy costs and volumes of electricity consumption;
- construction of a mathematical model of the process of residential electricity consumption on the example of the city of Slavutych;
- development of the project start-up.

**The object of research:** the process of electricity consumption of residential buildings.

**Subject of research:** the efficiency of the process of electricity consumption of residential buildings (for example, the city of Slavutych).

**Scientific novelty:** a mathematical model based on the analysis of statistical indicators of actual electric power consumption of residential buildings can reveal the main factors of influence on the researched productive indicator, as well as assess the extent of their impact on consumption, taking into account the specificity of residential buildings.

**Practical significance:** the research results on improving the efficiency of the process of electricity consumption of residential buildings can be used to reduce the costs of households in Slavutych for the payment of utilities.

**Research methods:** In the master's thesis, a systematic approach to electricity consumption is used to analyze and determine the impact of stochastic indicators on the amount of electricity consumed in public places of residential buildings. In particular, the following methods were used: analysis of time series, in our case - the amount of electricity consumption in places of common use of Slavutich's houses by months and years; regression analysis; comparative analysis; correlation analysis.

**Approbation of the results of the dissertation.** On the basis of the materials used in the study process, a report was made at the I Scientific and Technical Conference of IEE Graduates from November 21-22, 2018.

**Key words:** energy efficiency, electric energy, incandescent lamps, energy saving lamps, volumes of electric energy consumption.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ .....	15
Висновки до розділу 1 .....	24
РОЗДІЛ 2 ХАРЕКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ .....	25
2.1 Аналіз часових рядів .....	25
2.2 Регресійний аналіз .....	29
2.3 Порівняльний аналіз.....	33
2.4 Кореляційний аналіз.....	34
Висновки до розділу 2 .....	36
РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ БАЗИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ 3 ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ МІСТА .....	37
Висновки до розділу 3 .....	56
РОЗДІЛ 4 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ НА ПРИКЛАДІ М. СЛАВУТИЧ .....	57
Висновки до розділу 4 .....	62
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ .....	64
5.1 Опис ідеї стартап-проекту .....	70
5.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	71
Висновки до розділу 5 .....	74
ВИСНОВКИ .....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	77



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Питання підвищення енергоефективності житлових будинків є досить важливим на сьогодні. Оскільки раціональне використання ресурсів дасть змогу жителям житлових будинків сплачувати менше за комунальні послуги. В магістерській дисертації буде розглядатися підвищення енергоефективності за рахунок зменшення обсягів споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Так економія електроенергії може здійснюватися за допомогою заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі, встановлення датчиків руху (присутності), системи управління освітленням.

**Мета дослідження :** підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків для скорочення витрат домогосподарств на оплату комунальних послуг (на прикладі м. Славутич).

**Задачі дослідження :**

- обґрунтування актуальності підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків;
- створення статистичної бази даних з електроспоживання житлових будинків м. Славутич;
- характеристика методів моделювання енергетичних витрат та обсягів електроспоживання;
- побудова математичної моделі процесу електроспоживання житлових будинків на прикладі м. Славутич;
- розроблення стартап проекту.

**Об’єкт дослідження :** процес електроспоживання житлових будинків.

**Предмет дослідження :** ефективність процесу електроспоживання житлових будинків (на прикладі м. Славутич).

**Методи дослідження :** В магістерській дисертації застосовується системний підхід щодо електроспоживання для аналізу та визначення впливу стохастичних показників на обсяги споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Зокрема були застосовані наступні методи: аналіз часових рядів, в нашому випадку – обсяги споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич по місяцях та по роках; регресійний аналіз; порівняльний аналіз; кореляційний аналіз.

**Наукова новизна :** математична модель побудована на підставі аналізу статистичних показників фактичного електроспоживання житлових будинків дозволяє виявити основні чинники впливу на досліджуваний результативний показник, а також оцінити міру їх впливу на обсяги споживання з урахуванням специфіки житлових будинків.

**Практична значущість :** результати дослідження щодо підвищення ефективності процесу електроспоживання житлових будинків можуть бути використані для скорочення витрат домогосподарств м. Славутич на оплату комунальних послуг.

**Апробація результатів дисертації.** На основі матеріалів, використаних в процесі дослідження було зроблено доповідь на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ 21–22 листопада 2018 р.

В Україні прийнято і діє Закон про енергозбереження . В ньому окреслені відносини між господарськими суб'єктами, державою та юридичними (фізичними) особами у сфері енергозбереження, що пов'язані з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробництвом і використанням паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), забезпечення зацікавленості підприємств, організацій і громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій, розробці та виробництві менш енергоємних машин і устаткування, закріпленні відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозбереження [1].

Серед основних принципів державної політики енергозбереження є такі [ 2 ]:

- створення економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних і фізичних осіб;
- здійснення регулювання діяльності у сфері енергозбереження зі застосуванням економічних, нормативно-технічних заходів управління;
- популяризація економічних, екологічних і соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;
- поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання і економії витрат ПЕР.

Житлово-комунальне господарство України посідає третє місце після металургійної та хімічної промисловості за обсягами споживання енергоносіїв. До чинників, які суттєво вплинули на ситуацію, що склалася на сьогоднішній день в ЖКГ, можна віднести [3,4]:

- загальнодержавна економічна криза;
- низька платоспроможність промислових підприємств і населення;
- недосконале законодавство України, що зводить нанівець економічні стимули впровадження заходів із підвищення енергоефективності та енергозбереження;
- затримки з оплатою спожитих енергоносіїв і списання енергетичних боргів;
- недосконалість існуючої в Україні системи тарифів і розрахунків населення за спожиту енергію.

Мета енергоресурсоощадної політики в житлово-комунальному господарстві – це скорочення витрат на утримання та експлуатацію житла і, відповідно, пом'якшення для населення процесу реформування системи оплати житла й комунальних послуг під час переходу галузі на режим безбиткового функціонування.

На сьогодні зменшення витрат на комунальні послуги взагалі та оплату рахунку за електроенергію зокрема є одним з критеріїв оптимального вибору

підходу заходів щодо підвищення енергоефективності будівлі [5]. На рівні власника квартири це зводиться до зменшення питомих витрат на оплату за опалення в холодний період року та оплату електроенергії, яка з огляду тенденції до стрімкого зростання тарифів [6] буде значною статтею заощадження.

Незважаючи на тенденцію масового переходу до використання енергозберігаючих ламп, пов'язаного в тому числі зі значним підвищенням тарифів за спожиту електроенергію, лампи розжарювання на ринку освітлювальних приладів України досі ще використовуються [5].

При цьому в країнах ЄС вже з 2009 року діє програма поступового припинення виробництва та вилучення з обігу ламп розжарювання [7]. У країнах СНД ця тенденція також має місце. Наприклад, в Узбекистані з 1 січня 2017 року продаж ламп розжарювання потужністю більше 40 Вт буде заборонено, а власне виробництво LED ламп незабаром витіснить звичайні лампи денного світла [8].

У м. Руставі (Грузія) працює перше підприємство мікроелектронного обладнання AG Microelectronics, яке щомісяця випускає 20 тисяч світлодіодів різної потужності [9]. Варто зазначити, що на ринку України з'являється все більше фірм, які продають а також виготовляють різноманітну енергозберігаючу освітлювальну продукцію, зокрема LED лампи та світильники для різних сфер застосування (із використанням імпортованих чіпів LED).

Цілком очевидно, що в короткостроковій перспективі в нашій державі лампи розжарювання поступово повністю вийдуть з ужитку та їх виробництво буде замінено прогресивнішими, безпечнішими та енергоефективнішими лампами LED [10].

Низька ефективність джерел світла, які не відповідають нормам сучасності, призводить до того, що споживання електричної енергії на освітлення в Україні в 1,7 рази вище, ніж у розвинених країнах.

Справа в тому, що в українських населених пунктах для освітлення найчастіше використовуються малоефективні джерела світла. До того ж, старі конструкції світильників втратили властивості відбивачів і розсіювачів, а це своєю чергою погіршує освітленість на 25–40 %.

У світі близько 19 % електричної енергії, яка виробляється, витрачається на освітлення, тому впровадження енергозберігаючих заходів з кожним роком стає все актуальнішим. Відомі декілька програм, реалізованих в Європі, Північній і Південній Америці, які спрямовані на забезпечення енергозберігаючих способів освітлення та на збільшення економічності освітлювальних приладів (ОП).

Крім того, освітлення має велике значення у додаткові навантаження на енергосистему в вечірні пікові години, що вимагає додаткових підключень генеруючих потужностей.

Енергетична ефективність будівель може забезпечуватися шляхом [11]:

- підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель;
- встановлення засобів обліку (в тому числі засобів диференційного (погодинного) обліку споживання електричної енергії) та регулювання споживання енергетичних ресурсів;
- впровадження автоматизованих систем моніторингу і управління інженерними системами;
- підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;
- використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та/або видів палива (з використанням інженерних систем будівлі);
- застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі;
- здійснення інших заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель.

Енергетична ефективність будівлі - властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі [11].

## **РОЗДІЛ 1 ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

В даному розділі розглянемо актуальність підвищення ефективності процесу споживання електричної енергії в місцях загального користування на прикладі м. Славутич та наведемо для ознайомлення коротку інформацію про саме місто.

До місць загального користування відноситься освітлення під'їздів та підвалів житлових будинків.

Ціни за електричну енергію, що постійно зростають стимулюють жителів раціональніше ставитися до її використання.

Важливу роль для житлових будинків мають місце складові, що направлені на підвищення енергоефективності, а саме :

- енергозберігаючі лампочки;
- лічильники багато-тарифного обліку електроенергії;
- відновлювальні джерела енергії;
- обладнання для здійснення автоматичного регулювання всієї системи енергопостачання житлових будинків.

Напротязі року значення електричної енергії, що використовується для освітлення місць загального користування різна та дуже відрізняється залежно від світлового дня. Необхідно зазначити, що на тривалість освітлення сходових площадок впливає не тільки світловий день, але й людський фактор, оскільки вимикають світло самі мешканці будинку.

Економія витрат енергетичних ресурсів може бути досягнута внаслідок збільшення потенціалу енергозбереження щодо споживання електричної

енергії. За оцінками як вітчизняних, так і зарубіжних експертів, потенціал економії електроенергії в будинках і спорудах складає від 30 до 40 % [12].

Проте на сьогоднішній день присутня зацікавленість як ЖЕКів, так і мешканців міст у економії електричної енергії, особливо в місцях загального користування (сходові площадки, освітлення перед під'їздами та в підвалах). Жителі багатоквартирних будинків добре знають про те, що витрата електричної енергії в місцях загального користування веде до збільшення квартплати.

При цьому необхідно зазначити, що навантаження на внутрішньобудинкові електромережі є дуже велике. В зв'язку з тим, економія електроенергії в сфері ЖКГ є вельми актуальною проблемою.

На сьогоднішній день існують різні шляхи її розв'язання [13]. Одним із них є децентралізоване керування освітленням у місцях загального призначення. Воно полягає в тому, що в різних місцях коридору чи під'їзду (біля кожних дверей) ставляться дві кнопки – пуск і стоп [13]. Вони відповідно вмикають або вимикають реле управління світлом. Схема проста та дешева.

Другим напрямом економії електроенергії в місцях загального користування є застосування таймерів виключення. Світло включається також децентралізовано (біля кожної квартири), а вимикається через певний проміжок часу [13]. В більшості випадків цього часу достатньо для того, щоб пройти коридор або декілька сходових площадок. Таким способом вдалося уникнути впливу людського чинника на тривалість освітлення [13]. Однак проблема розв'язана лише частково, оскільки для включення таймера необхідно знайти на стіні кнопку. Більш ефективним способом економії електроенергії є застосування датчиків руху [13].

Конструкція датчика руху поєднує в собі всі позитивні якості попередніх способів [13]. Декілька датчиків можуть вмикати будь-яку кількість лампочок. Поки в секторі датчика хтось рухається – світло буде



увімкненим. Як тільки рух припиняється вмикається таймер зворотного відліку, наприклад мешканець намагається вставити ключ у замкову щілину. Після закінчення певного часу світло вимикається і кнопки включення зовсім не потрібні [13]. Крім того, електронний сенсор включення освітлення обладнаний датчиком освітленості, оскільки вдень світла достатньо, то датчик вимикається.

З метою економії електроенергії в місцях загального користування та завдяки простоті в обслуговуванні датчики руху знайшли широке застосування в містах Європи та США [13].

Найбільш економічний ефект забезпечує використання на сходових площадках і в під'їздах будинків вимикачів освітлення з датчиками руху [13]. Датчики руху „бачать” людину, що виходить із ліфту або з квартири і на час перебування її на площадці включають світло тільки на цьому поверсі. На інших поверхах освітлення не включається. Завдяки мікропроцесорній техніці датчики руху стійкі до оптичних, акустичних і електромагнітних перешкод і мають високу чутливість до власного теплового випромінювання людини [13]. Застосування датчиків руху, які керують процесами вмикання освітлення на поверхах, дає можливість заощадити до 95 % електроенергії та зменшити затрати на освітлення місць загального призначення в 15–20 разів [13].

Незважаючи на тенденцію переходу до використання енергозберігаючих ламп, пов'язаного в тому числі зі значним збільшенням тарифів за спожиту електроенергію, лампи розжарювання на ринку освітлювальних приладів України досі ще використовуються [13].

Основною альтернативою лампам розжарювання в контексті підвищення енергоефективності в системах освітлення на сьогодні є два типи ламп: люмінісцентні та світлодіодні, кожний тип з яких має свої переваги та недоліки [13].

"Місто атомщиків" Славутич значно відрізняється від українських населених пунктів. Невеличке містечко знаходиться на території Чернігівській області України, але відноситься до Київської з населенням близько 25 тис. осіб. На рисунку 1.1 наведено зовнішній вигляд м. Славутич.



Рисунок 1.1 – Місто Славутич

Джерело : [Електронний ресурс] – Режим

доступу: <https://ua.112.ua/statji/nezalezhnist-slavutycha-yak-zhyve-naimolodshe-misto-ukrainy-335636.html>

Його виникнення не було обумовлено історичним проживанням людей на цій території. Славутич був введений штучно в силу надзвичайної необхідності - після катастрофи на Чорнобильській атомній електростанції необхідно було терміново знайти заміну міста Прип'ять, який був більше непридатним для життя.

Місце для нового міста вибрали виходячи з ряду показників - відстань не більше, ніж 50 км від ЧАЕС, наявність залізної дороги, радіаційна чистота

та економічна доцільність. Назва міста також вибрали з декількох варіантів, але зупинилися на старослав'янській назві річки Дніпро.

Славутич став новим будинком, в першу чергу для співробітників ЧАЕС та їх сімей. На сьогодні це місто є наймолодшим в Україні. Його будівництво, як вважають місцеві "старожили", було справді феноменальним. Місто побудували рекордні темпи сил будівельників з восьми республік колишнього СРСР - України, Литви, Латвії, Естонії, Грузії, Азербайджану, Armenії та Росії.



Рисунок 1.2 – Пам'ятний знак, посвячений будівельникам м. Славутич

Джерело : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.segodnya.ua/chernobl30/istoriya-goroda-slavutich-708983.html>

Місто на 20 тисяч людей повинні були побудувати за два роки, але так вийшло, що через 15 місяців стали вже заселятися перші жителі. Кожна союзна республіка побудувала окремий мікрорайон - свої робочі, архітектори, прораби, майстри. одночасно .

Кожна країна, будувала свою територію, наділяла її не тільки національним колоритом. Як результат, зараз місто поділене на тринадцять

кварталів: Бакинський, Белгородський, Вільнюський, Добринінський, Єрewanський, Київський, Ленінградський, Московський, Печерський, Ризький, Таллінський, Тбіліський, Чернігівський.

26 березня 1988 року був виданий перший ордер на заселення квартир.

Головною специфікою м. Славутич є те, що задоволення всіх потреб жителів відбувається за рахунок електричної енергії.

В м. Славутич є організація, яка займається обслуговуванням житлових будинків – це комунальне підприємство «Житлово-комунальний центр». До одного з виду послуг відноситься освітлення місць загального користування (під'їзди та підвали) та обслуговування ліфтових установок. До обслуговування електроосвітлення відноситься:

- регламентні роботи (обхід, огляд, перевірка роботи та технічного стану електромереж, силових установок, автоматичних вимикачів, освітлення тощо) ;
- ремонт електропроводки ( окрім квартирної);
- ліквідація аварій .

Практично у всіх будинках міста використовуються лампи розжарювання ( 60 або 40 Вт). Такі лампи мають ряд недоліків, а саме найголовніші :

- низька світлова віддача;
- малий термін служби;
- досить швидке та сильне нагрівання зовнішньої поверхні лампи,

але один із головних переваг є низька ціна ламп.

Під'їзди освітлюються цілодобово, тому і електроенергія споживається в досить великій кількості.

Для прикладу можна розрахувати скільки споживається комунальної електроенергії за місяць в одному з будинків м. Славутич (Добринінський квартал будинок № 1). В даному будинку встановлено 50 ламп розжарювання. Споруда має три під'їзди, в яких розташовано 84 кватири.

Кількість спожитої електроенергії можна розрахувати за формулою :

$$EE = N \times P \times n \times T_p, \quad (1.1)$$

де,  $N$  – кількість встановлених ламп розжарювання ;

$P$  – потужність однієї лампи ;

$n$  – кількість днів ;

$T_p$  – кількість годин роботи ламп за один день.

Отже, кількість спожитої електроенергії за формулою (1.1) дорівнюватиме :

$$EE = 50 \times 60 \times 30 \times [15 - 24] = [1237,15 - 2111,4] \text{кВт} \cdot \text{год}$$

За фактичними даними в вересні 2018 року кількість спожитої електроенергії склала 1776 кВт·год. Це є немалою кількістю, тому має місце говорити про підвищення ефективності споживання комунальної електроенергії в місцях загального користування житлових будинків. Зменшення електроспоживання освітлення має позитивний вплив на бюджети сімей будинку. Такого зменшення можливо досягти шляхом заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі лампи. Такі лампи мають значно більший термін експлуатації ( три роки, в порівнянні з лампами розжарювання – 1,5 місяці). LED-лампи є екологічними та безпечними у використанні. Але найголовнішою перевагою для жителів є те, що електроенергія цими лампами споживається приблизно в десять разів менше.

Основні переваги та недоліки світлодіодних ламп [10]:

- переваги:
  - миттєве досягнення максимальної яскравості;
  - не містить ртуті та інших шкідливих матеріалів;
  - світло високої якості;

- регульована яскравість;
- вищий рівень енергоефективності;
- високий рівень яскравості;
- термін служби – 20-35 років;
- довгий термін експлуатації в режимі вкл./викл.
- недоліки:
  - вищі початкові витрати в порівнянні з компактними люмінесцентними лампами.

Основні переваги та недоліки компактних люмінесцентних ламп [10]:

- переваги:
  - нижчі початкові витрати в порівнянні зі світлодіодними лампами;
  - термін служби до 13 років;
- недоліки :
  - досягнення максимального рівня яскравості із затримкою;
  - містить канцерогенну ртуть;
  - яскравість не регулюється;
  - світло низької якості;
  - випромінює ультрафіолетове світло;
  - вимагає спеціальної утилізації.

Для розрахунку економії електричної енергії скористаємось наступною формулою:

$$\Delta W = (P_c - P_n) \times n \times T_p, \quad (1.2)$$

де  $P_c$  – встановлена потужність старої лампи, кВт;

$P_n$  – встановлена потужність нової лампи, кВт;

$n$  – кількість ламп;

$T_p$  – тривалість роботи ламп, год

Тоді для даного типу ламп маємо:

$$\begin{aligned}\Delta W &= (0,06 - 0,007) \times 50 \times [450 - 720] = \\ &= [1165,69 - 1865,07] \text{ кВт} \cdot \text{год}\end{aligned}$$

При тарифі, що сплачують жителі за електроенергію 168 коп/кВт·год, економія коштів складе:  $E = [1958,36 - 3133,32]$  грн/міс.

Вартість капіталовкладень обчислюється шляхом додавання вартості усіх ламп та вартості робіт:

$$K = 50 \times 120 = 6000 \text{ грн}$$

Обчислимо простий термін окупності:

$$TO = \frac{K}{E} = \frac{6000}{[1958,36 - 3133,32]} = [3,1 - 1,9] \text{ міс.}$$

Можемо підсумувати, що даний захід є досить доцільним та ефективним для жителів міста.

Раціональне та економічне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), зменшення забруднюючих викидів в атмосферу, ефективне використання електро-, тепло- енергії набувають досить важливого значення у сьогоденні.

Підвищення енергетичної ефективності – це достатньо необхідний процес для збереження бюджетних коштів. Від вартості, кількості та якості спожитих енергоресурсів значною мірою залежить добробут громадян.

5 липня 2018 року в місті Славутич Київської області, в рамках завершення демонстраційного Грантового проекту Європейського Союзу «Пілотний проект з реалізації Плану дій сталого енергетичного розвитку м. Славутич до 2020 року» [14].



Славутич провів колосальну роботу щодо впровадження заходів Плану дій сталого енергетичного розвитку, який був прийнятий у 2013 році, у таких секторах життєдіяльності міста, як: муніципальні будівлі, державні будівлі, житлові будинки, муніципальне освітлення та промисловість [14].. Вже інвестовано з різних джерел (грантові кошти, кредитні кошти, приватні кошти, кошти державного та місцевого бюджетів) на реалізацію Плану дій на загальну суму більше 100 млн.грн. Лише за останні три роки в Славутичі впроваджено заходи з енергозбереження у 20-ти муніципальних та державних будівлях, оснащено теплолічильниками усі багатоповерхові будинки міста, оновлено систему зовнішнього освітлення, проведено технічне переоснащення котельні та ремонт тепломереж на загальну суму більше 50-ти млн.грн [14].

До 2020 року міська влада Славутича планує інвестувати в реалізацію Плану дій сталого енергетичного розвитку більше 60-ти млн.грн [14]..

Міська влада Славутича закликає всі інші міста України здійснювати активні кроки у сфері енергоефективності, започатковувати ефективну політику енергозбереження в усіх сферах життєдіяльності та впроваджувати енергозберігаючі технології у відповідності до європейських норм та стандартів [14].

### **Висновки до розділу 1**

В даному розділі розглянуто питання актуальності підвищення ефективності споживання електричної енергії в місцях загального користування. На сьогодні процес енергоефективності є досить важливим процесом для мешканців житлових будинків. Оскільки зменшення обсягів спожитої електроенергії дасть змогу менше сплачувати за комунальні послуги.



## **РОЗДІЛ 2 ХАРЕКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ**

В магістерській дисертації застосовується системний підхід щодо електроспоживання для аналізу та визначення впливу стохастичних показників на обсяги споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Зокрема були застосовані наступні методи:

- аналіз часових рядів, в нашому випадку – обсяги споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич по місяцях та по роках;
- регресійний аналіз;
- порівняльний аналіз;
- кореляційний аналіз.

### **2.1 Аналіз часових рядів**

Часовим рядом називають послідовність значень статистичного показника (ознаки), впорядковану у хронологічному порядку[15]. Застосовують також терміни "ряд динаміки", "динамічний ряд". В англomовній літературі використовують термін "time series". Окремі спостереження часового ряду називають його рівнями, або елементами. Кожний рівень ряду відповідає певному моменту часу. Рівні ряду можуть набувати як детермінованих, так і випадкових значень[15]. Порядок розташування рівнів є істотною характеристикою ряду і не може змінюватися довільно. Іноді кожному моменту часу приводять у відповідність декілька значень різних показників досліджуваного об'єкта. Тоді отримують багатовимірний часовий ряд [15].

Однією з умов правильного формування часових рядів є співставлення рівнів, що утворюють ряд. Рівні ряду, що підлягають вивченню, повинні бути однорідні за змістом і враховувати істотно досліджуваного явища і мети дослідження[15].

Статистичні дані, представлені у вигляді часових рядів, повинні бути порівняні по території, колу охоплених об'єктів, одиницям вимірювання, моменту реєстрації, методикою розрахунку, цінами, достовірності тощо[15].

Повнота охоплення різних частин явища - найважливіша умова порівнянності рівнів ряду. Вимога однакової повноти охоплення різних частин досліджуваного об'єкта означає, що рівні ряду за окремі періоди повинні характеризувати розмір того чи іншого явища по одному і тому ж колу, що входять до складу його частин[16].

При визначенні порівнюваних рівнів ряду необхідно використовувати єдину методику їх розрахунку. Особливо часто ця проблема виникає при міжнародних порівняннях[16].

Несумісність показників, що виникає в силу неоднаковості застосовуваних одиниць виміру, сама по собі очевидна. З різницею застосовуваних одиниць виміру доводиться зустрічатися при вивченні динаміки[16]:

- виробничих ресурсів, коли вони представляються то в вартісному, то в трудовому обчисленні;
- енергетичних потужностей (кВт-год, к.с.); атмосферного
- тиску і т.д.

При аналізі показників у вартісному вираженні слід враховувати, що з плином часу відбувається безперервна зміна цін. Причин у цього процесу безліч - інфляція, зростання витрат, ринкові умови (попит і пропозиція) і т.д. У зв'язку з цим при характеристиці вартісних показників обсягу продукції в часі має бути усунуто вплив зміни цін[15-16].

Широке використання в статистичних дослідженнях вибіркового методу вимагає враховувати достовірність кількісних і якісних характеристик

досліджуваних явищ в динаміці. Різна репрезентативність вибірки за періодами внесе суттєві похибки в величини рівнів ряду.

Однією з умов порівнянності рівнів інтервального ряду, крім рівності періодів, за які наводяться дані, є однорідність етапів, в межах яких показник підпорядковується одному закону розвитку[16]. В цих випадках проводять періодизацію часових рядів, типологічну угруповання в часі.

Всі вищеназвані обставини слід враховувати при підготовці інформації для аналізу змін явищ у часі (динаміці).

У вивченні часових рядів велике місце займає питання про закономірності їх руху протягом тривалого періоду. Статистика повинна дати характеристику змін статистичних показників в часі[16].

Пізнання закономірностей змін у часі - складна і трудомістка процедура дослідження, так як будь-який досліджуване явище формує безліч факторів, що діють в різних напрямках: за характером безпосереднього впливу ці фактори можуть бути розділені на дві групи. До першої групи належать фактори, що визначають основну тенденцію динаміки (зростання або зниження рівнів) [16]. Друга група факторів, що викликає випадкові коливання, відхиляє рівні від тенденції то в одному, то в іншому напрямку.

Рівні часових рядів можуть включати аномальні значення (викиди). Причинами їх появи найчастіше є помилки під час збору та обробки інформації. Але викиди також можуть бути зумовлені реальними стрибками в динаміці досліджуваних показників.

Для аналізу соціально-економічних показників абсолютні рівні моментальних або інтервальних часових рядів, а також рівні середніх величин часто доводиться перетворювати на відносні величини. Найпоширенішими характеристиками динаміки розвитку процесів є[16]:

- абсолютний приріст;
- коефіцієнт зростання;
- коефіцієнт приросту;

- темп зростання;
- темп приросту;
- середня арифметична;
- середня хронологічна;
- середній абсолютний приріст;
- середній темп зростання;
- середній темп приросту.

Для визначення змін, що відбуваються з досліджуваним явищем, передусім обчислюють швидкість розвитку цього явища за часом. Показником швидкості слугує абсолютний приріст, який характеризує величину зміни показника за інтервал часу між порівнюваними періодами.

Швидкість зміни показника характеризує приріст за одиницю часу; ця величина має назву середнього абсолютного приросту[15-16].

Середній абсолютний приріст за весь період спостереження характеризує середню швидкість зміни часового ряду[16].

Темп приросту показує, на скільки відсотків рівень одного періоду збільшився стосовно рівня іншого періоду, тобто цей показник характеризує відносну величину приросту у відсотках[16].

Порівняння абсолютного приросту та темпу приросту за той самий інтервал часу показує, що в реальних економічних процесах уповільнення темпу приросту часто не супроводжується зменшенням абсолютних приростів[16].

Абсолютне значення одного відсотка приросту визначають як відношення абсолютного приросту до темпу приросту у відсотках[16].

Показник середнього темпу зростання має суттєві недоліки, оскільки ґрунтується на зіставленні останнього та початкового рівнів часового ряду, проміжні рівні до уваги не беруться. У разі суттєвого коливання рівнів використання середнього геометричного темпу зростання для статистичного

аналізу може призвести до серйозних помилок, внаслідок чого реальна тенденція часового ряду буде викривлена[16].

При статистичному вивченні динаміки необхідно чітко розділяти два основних її елементи - тенденцію і коливання, щоб дати кожному з них кількісну характеристику за допомогою спеціальних показників. Основною тенденцією, або трендом, називається характеристика процесу зміни явища за тривалий час, звільнена від випадкових коливань, створюваних другою групою факторів. На відміну від варіації явищ в просторової сукупності, вимірюваної за відхиленнями рівнів для окремих одиниць сукупності від їх середньої величини, коливанням слід називати відхилення рівнів окремих періодів часу від тенденції динаміки (тренду) [16].

## **2.2 Регресійний аналіз**

Методи прикладної статистики широко використовується при аналізі зв'язку між явищами. Показники енергоспоживання залежать від ряду чинників. У більшості випадків між змінними величинами, що характеризують фактори економічного або фізичного впливу на обсяги енергоспоживання, існують залежності, які відрізняються від функціональних. Для вивчення стохастичних залежностей між змінними величинами використовують регресійний аналіз [17].

Регресійний аналіз (англ. regression analysis) – це метод визначення відокремленого і спільного впливу факторів на результативну ознаку та кількісної оцінки цього впливу шляхом використання відповідних критеріїв[17].

Регресійний аналіз проводиться на основі побудованого рівняння регресії і визначає внесок кожної незалежної змінної у варіацію досліджуваної (прогнозованої) залежної змінної величини[17].

Основним завданням регресійного аналізу є визначення впливу факторів на результативний показник (в абсолютних показниках). Передусім для цього необхідно підібрати та обґрунтувати рівняння зв'язку, що відповідає характеру аналітичної стохастичної залежності між досліджуваними ознаками[17]. Рівняння регресії показує як в середньому змінюється результативна ознака під впливом зміни факторних ознак .

Парна регресія використовується для встановлення математичної залежності між двома змінними: Парна регресія - це рівняння, що описує кореляційний зв'язок між парою змінних: залежної (результативної ознакою) та незалежної (факторної ознакою) [17]:

$$\hat{y} = f(x), \quad (3.1)$$

Функція, що описує зв'язок, може бути як лінійної, так і нелінійної. Парна регресія, що описує лінійний зв'язок між двома змінними має вигляд[17]:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x \quad (3.2)$$

де  $\hat{y}$  - залежна змінна (результативна ознака);

$x$  - незалежна змінна (факторна ознака);

$a_0, a_1$  - параметри парної лінійної регресії.

Рівнем значущості  $\alpha$  називається задана ймовірність помилкового рішення. Тобто рівень значущості – це максимальне значення ймовірності появи події, при якому подія вважається практично неможливим. У статистиці найбільше поширення набув рівень значущості  $\alpha = 0,05$  . Такій рівень значущості рівний 0,05, означає, що допускається не більше ніж 5-відсоткова ймовірність помилки[17]. Коли потрібна особлива впевненість у достовірності отриманих результатів та надійності висновків, то рівень значущості приймають рівним  $\alpha = 0,01$  . Інколи рівень значущості

приймають рівним  $\alpha = 0,1$ [17] .

Рівнем надійності або довірчою ймовірністю називають величину  $P$ , яка визначається як  $P = 1 - \alpha$ [17]. Тобто це ймовірність, що визнана достатньою для того, щоб упевнено судити про прийняте статистичне рішення. Відповідно до зазначених вище  $\alpha$  довірчі ймовірності  $P$  вибирають рівними 0,95, 0,99 або 0,90[17].

Ймовірність прийняття нульової гіпотези. При тестуванні статистичних гіпотез використовується спеціальна величина - р-значення (англ. p-value), яка дозволяє оцінити ймовірність помилки при відхиленні нульової гіпотези (помилки першого роду) [17]. Якщо при дослідженні висувається робоча гіпотеза  $H_1$  про значущість відмінностей досліджуваних явищ (взаємозв'язку, впливу) та нульова гіпотеза  $H_0$  про відсутність відмінностей (взаємозв'язку, впливу), то зазвичай у дослідженнях необхідно перевірити та підтвердити робочу гіпотезу, та спростувати нульову гіпотезу. Величина р-значення – це ймовірність прийняття нульової гіпотези. Нульова гіпотеза приймається, якщо ми вважаємо відмінність (залежність, взаємозв'язок) випадковим явищем[17]. Оцінка того, наскільки ймовірним є відсутність відмінностей, проводиться на підставі розрахунку р-значення. Для більшості статистичних досліджень чим менше це значення, тим більш достовірний статистичний показник. При вирішенні практичних завдань приймають, що ймовірність прийняти нульову гіпотезу при  $p \leq 0,01$  - менше 1%, при  $p \leq 0,05$  - менше 5%, а при  $p \leq 0,1$  - менше 10%. (тобто іншими словами це означає, що ймовірність зробити помилковий висновок може бути 1%, 5%, 10%[17].

Довірчим інтервалом називається інтервал, в якому з заданим рівнем надійності знаходиться оцінюваний параметр[17].

Пакет «Аналіз даних»: регресія. В MS Excel для побудови моделі багатofакторної регресії обираємо у меню пакету «Аналіз даних» інструмент аналізу «Регресія» [17]. За наявності вихідних даних його

використання дозволяє отримати результати регресійної статистики, дисперсійного аналізу, довірчих інтервалів, залишки і графіки підбору лінії регресії. Для цього необхідно виконати наступні послідовні кроки[17]. У верхньому полі діалогового вікна «Вхідний інтервал Y» вводиться діапазон значень результативної ознаки, у наступному полі «Вхідний інтервал X» – діапазон значень факторних ознак  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$  [17]. Опція «Мітки» використовується для ідентифікації масиву значень і дозволяє виводити в результати розрахунку назви стовпців, якщо зробити позначку, то це буде вказувати, що перший рядок містить назви стовпців.

Опція «Рівень надійності» визначає межі довірчих інтервалів для коефіцієнтів регресії і за умовчужанням рівень надійності прийнятий рівним 95%. Коли необхідно побудувати довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії з довірчим рівнем, відмінним від 95%, то необхідно встановити позначку і в полі ввести нове значення рівня надійності (наприклад, 90 %, 99 %) [17].

Позначка «Константа-нуль» вказує на наявність або відсутність вільного члена в рівнянні[17].

Результати розрахунку можна вивести на новому робочому аркуші, або на цьому ж аркуші. Для цього в розділі «Параметри виводу» необхідно обрати поле «Вихідний інтервал» і встановити курсор в тієї комірці поточного аркуша, з якої почнеться виведення результатів. В полі «Новий робочий аркуш» можна вказати ім'я нового аркуша (якщо не вказувати, то результати виводяться на новостворений аркуш) [17].

В MS Excel всі оцінки за умовчанням проводяться з рівнем значущості  $\alpha = 0,05$  (або з рівнем надійності  $P = (1 - \alpha) = 0,95$  . В пакеті «Аналіз даних», інструмент аналізу «Регресія» в опції «Рівень надійності» величина  $P$  задана у відсотках (%), тобто  $P = (1 - \alpha) \cdot 100\%$  [17] .

Ймовірність прийняття нульової гіпотези, тобто р-значення (англ. p-value), надається таблиці, що виводиться як результат розрахунку.



Метод регресійного аналізу вважається найдосконалішим з усіх використовуваних нині нормативно-параметричних методів. Він широко застосовується для аналізу та встановлення рівня і співвідношень вартості продукції, яка характеризується наявністю одного або декількох техніко-економічних параметрів, що характеризують головні споживчі якості. Регресивний аналіз надає можливість знайти емпіричну форму залежності ціни від техніко-економічних параметрів товарів і виробів. При цьому він виступає в ролі цільової функції параметрів[17].

Метод регресійного аналізу особливо ефективний за умови здійснення розрахунків за допомогою сучасних інформаційних технологій і систем[17].

### **2.3 Порівняльний аналіз**

Порівняльний аналіз здійснюється за дотриманням таких методичних положень: однорідність методичного забезпечення порівняння; близька репрезентативність порівнюваних масивів даних, отриманих за допомогою опитування; еквівалентність семантики опитувальних листів можливого розходженню індикаторів, обумовленому різним соціальним контекстом, тощо[18]. Порівняльний аналіз є двомірним: залежно від дослідного завдання, спрямованого на аналіз порівнювальних об'єктів у статистичній чи динамічній, порівняння може відбуватися просторово (територіальні реплікації чи їх поєднання з вторинним аналізом проведених досліджень одного часового зрізу) або у часі (різні види повторюваних досліджень — панельні, тренд-дослідження, часові реплікації) [18]. У першому випадку йдеться про синхроністичний аналіз, який передбачає одночасне порівняння двох і більше об'єктів, у другому — діахроністичний, який використовується для порівняння одного або декількох об'єктів у різних історичних періодах[18]. Необхідною передумовою кожного з цих видів

порівняльного аналізу є наявність загальної властивості або спільної ознаки в порівнюваних соціальних об'єктах, на фоні яких можливі розрізнення варіацій досліджуваних перемінних[18].

Основне значення порівняльного аналізу - отримання нової інформації не тільки про властивості порівнюваних явищ, а й про їх прямих і непрямих взаємозв'язках і, можливо, про загальну тенденцію їх функціонування та розвитку.

## **2.4 Кореляційний аналіз**

Кореляція дослівно з латинської "correlation" – відношення, тобто це означає співвідношення, відповідність речей, понять. Кореляційним зв'язком називається такий зв'язок між ознаками суспільно-економічних явищ, за якого на величину результативної ознаки крім факторної впливають багато інших ознак, які можуть діяти в різних напрямках одночасно чи послідовно. Цей зв'язок характеризується тим, що між факторною і результативною ознаками немає повної відповідності, а лише є певне співвідношення. Особливістю кореляційного зв'язку є те, що кожному значенню факторної ознаки відповідає не одне, а ціла низка значень результативної ознаки. Кореляційний зв'язок можна виявити тільки у вигляді загальної тенденції при масовому порівнянні факторів[19].

Кореляційний аналіз (кореляційний метод) – метод дослідження взаємозалежності ознак у генеральній сукупності, які є випадковими величинами з нормальним характером розподілу[19].

Основними вимогами до застосування кореляційного аналізу є достатня кількість спостережень, сукупності факторних і результативних показників, а також їх кількісний вимір і відображення в інформаційних джерелах[19].

Застосування кореляційного аналізу тісно пов'язане з регресійним аналізом, тому його часто називають кореляційно-регресійним. Головними завданнями кореляційного аналізу є [19]:

- визначення форми зв'язку;
- вимірювання щільності (сили) зв'язку;
- виявлення впливу факторів на результативну ознаку.

Здійснення кореляційного аналізу передбачає такі послідовні етапи:

- встановлення причинно-наслідкових зв'язків між досліджуваними ознаками (виявлення факторів та вибір серед них тих, які найбільше впливають на результативний показник);
- формування кореляційно-регресійної моделі (інформаційне забезпечення аналізу, вибір типу і форми зв'язку, складання моделі);
- визначення кореляційних характеристик (показників зв'язку);
- статистична оцінка параметрів зв'язку (економічна інтерпретація, оцінка значимості коефіцієнтів кореляції (наскільки відібрані фактори пояснюють варіацію результативного показника) та використання їх для вирішення практичних завдань, наприклад прийняття рішень, прогнозування, планування, нормування тощо.

Користь кореляцій у тому, що вони можуть вказувати на відношення, яке може носити передбачуваний характер і тому мати практичне застосування. Наприклад, електрогенеруюча компанія може виробляти менше електрики у періоди з хорошою погодою, базуючись на кореляції між попитом на електрику та погодою. У цьому випадку існує причинно-наслідковий зв'язок, тому що в екстремальну погоду люди використовують більше електрики для опалювання або охолодження. Однак зазвичай самої лише наявності кореляції недостатньо для того, щоб зробити висновок про наявність причинно-наслідкового зв'язку (що часто формулюють фразою «кореляція не означає причинності» [20]).

Кореляція може бути позитивною та негативною (можлива також ситуація відсутності статистичного зв'язку — наприклад, для незалежних

випадкових величин). Від'ємна кореляція — кореляція, при якій збільшення однієї змінної пов'язане зі зменшенням іншої, при цьому коефіцієнт кореляції від'ємний. Додатна кореляція — кореляція, при якій збільшення однієї змінної пов'язане зі збільшенням іншої, при цьому коефіцієнт кореляції додатний [20].

Найбільш відомою мірою залежності двох величин є коефіцієнт кореляції Пірсона, який зазвичай називають спрощено коефіцієнтом кореляції. Він розраховується як відношення коваріації двох випадкових величин на добуток їх стандартних відхилень. Показник кореляції (лінійної залежності) між двома змінними  $X$  та  $Y$ , який набуває значень від  $-1$  до  $+1$  включно [20].

Кореляція Пірсона дорівнює  $+1$  у випадку прямої (зростаючої) лінійної залежності (кореляції),  $-1$  у випадку ідеальної оберненої (спадної) лінійної залежності (антикореляція), а в усіх інших випадках приймає деяке значення у відкритому проміжку  $(-1, 1)$ , і означає степінь лінійної залежності двох величин. Із наближенням до нуля тим менших зв'язок між величинами (ближче до некорельованого). Чим ближче коефіцієнт до  $-1$  або  $1$ , тим сильніше кореляція між величинами [20].

Якщо змінні є статистично незалежними, коефіцієнт кореляції Пірсона дорівнює  $0$ , але зворотнє твердження не є вірним, оскільки коефіцієнт кореляції визначає лише лінійні залежності між двома величинами.

## **Висновки до розділу 2**

В даному розділі розглянуто застосування системного підходу щодо електроспоживання для аналізу та визначення впливу стохастичних показників на обсяги споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Зокрема були застосовані наступні методи: аналіз часових рядів, в нашому випадку – обсяги споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич по місяцях та по роках; регресійний аналіз; порівняльний аналіз; кореляційний аналіз.

### **РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ БАЗИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ З ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ МІСТА**

База даних (БД) – це інструмент, використання якого дає змогу збирати та упорядковувати інформацію. У БД можна зберігати відомості про людей, кількість спожитої електроенергії, тип ламп, градус-добу тощо. Статистичні дані — це сукупність показників, отриманих в результаті статистичного спостереження або обробки даних.

Базу статистичних даних електроспоживання для всіх житлових будинків м. Славутич за січень-липень 2018 року буде представлено у вигляді таблиці 3.1. Ці дані є реальними, та взяті на підприємстві міста – Комунальне підприємство «Житлово-комунальний центр». Показання знімаються на початку кожного місяця. Згідно цих показань можна вивести певну статистику споживання комунальної електричної енергії, спостерігати динаміку зміни споживання та досліджувати чинники, які можуть впливати на значне відхилення від значення показань за попередній місяць.

Можливі чинники впливу на споживання комунальної електроенергії :

- тип ламп;
- кількість годин роботи ламп;
- кількість жителів;
- тривалість світлового дня;
- пора року .

Дані, що входять до таблиці :

- місяць, за який спожита комунальна електроенергія;
- адреса будинків;
- кількість спожитої комунальної електроенергії, кВт·год.

Таблиця 3.1 – Обсяги спожитої електроенергії в місцях загального користування житлових будинків всіх кварталів м. Славутич за 2018 р., кВт·год

Адреса	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
Невський 1	685	840	749	593	565	524	526
	598	505	450	486	462	384	386
Невський 2	106	168	130	120	145	162	164
	262	305	263	297	272	221	223
Невський 3	127	154	125	128	113	93	95
Невський 4	821	1072	902	659	622	521	523
Невський 5	248	303	294	298	296	222	224
Пр-т Др.Народів 11	1109	1056	970	1201	996	1069	1071
Пр-т Др.Народів 13	900	838	746	986	902	1003	1005
Пр-т Др.Народів 1	928	846	474	446	179	181	220
Пр-т Др.Народів 17	816	678	637	577	984	754	756
Белгородський 2	74	119	95	94	90	57	59
Белгородський 4	339	407	312	207	221	143	145
Белгородський 6	1313	1600	749	597	473	436	438
Белгородський 7 .1	582	659	563	532	538	386	388
Белгородський 7 .2	508	592	508	508	457	396	398
Белгородський 8	746	909	1043	809	638	531	533
Белгородський 8	576	712	580	594	578	529	531
Белгородський 9	1089	1074	918	972	811	694	696
Белгородський 9	1150	1261	1142	1338	1405	1143	1145
Белгородський 10	592	623	523	539	641	536	538
Белгородський 10	458	538	499	541	518	402	404
Печерський 1	2765	2798	2783	3208	2772	2820	2818

Продовження до таблиці 3.1

Адреса	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
Добринінський 1	1186	1205	1269	1406	1503	1383	1505
Добринінський 3 .1	692	740	715	732	656	694	699
Добринінський 3.2	722	612	651	765	652	609	613
Добринінський 4.1	1379	1392	1209	1326	1250	2381	1907
Добринінський 4.2	821	912	734	861	783	1298	1004
Добринінський 5	699	704	639	630	636	620	602
Добринінський 5	823	754	769	794	728	614	616
Добринінський 6	495	557	343	494	437	364	366
Добринінський 7	543	563	478	479	459	216	461
Добринінський 9	1632	1639	1773	1732	1639	1407	1409
Добринінський 10	795	797	780	761	683	1286	1288
Добринінський 10	493	595	358	497	517	487	489
Добринінський 11	403	378	355	382	358	296	298
Добринінський 11	538	472	456	437	412	378	380
Добринінський 12.	1328	1330	1338	1563	1587	1545	1547
Добринінський 12	581	584	598	536	814	639	641
Добринінський 13	2327	2304	2216	2550	2557	2191	2193
Добринінський 13	578	572	587	643	662	615	617
Добринінський 14	1965	1927	2154	2418	2311	2117	2119
Добринінський 14	533	536	544	617	646	596	598
Добринінський 15	860	896	866	914	1025	917	919
Добринінський 15	250	292	207	272	285	263	265
Добринінський 16	341	350	343	373	346	306	308
Добринінський 16	267	277	276	303	328	301	303
Добринінський 18	369	401	311	262	275	172	203

Продовження до таблиці 3.1

Адреса	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
Талінський 3	313	251	209	267	152	183	185
Талінський 3-4під.	300	273	229	275	152	186	188
Талінський 5 під.	62	57	35	78	70	91	76
Талінський 4	245	205	190	226	163	175	177
Талінський 5.1	303	265	203	261	150	165	150
Талінський 5.2	605	601	738	705	366	416	418
Талінський 6	153	134	110	147	75	97	99
Талінський 7	546	554	477	578	367	443	445
Талінський 8	509	465	364	431	330	310	312
Талінський 9	450	0	0	0	0	0	0
Талінський 10	164	124	109	177	82	123	125
Талінський 11	249	335	468	307	101	100	102
Вільнюський 2	799	864	579	588	381	451	453
Вільнюський 3	363	327	293	367	378	332	334
Вільнюський 4	596	503	389	448	331	437	439
Вільнюський 5	196	128	136	135	82	116	118
Вільнюський 6	355	311	296	316	187	235	237
Вільнюський 7	344	526	364	370	181	253	255
Вільнюський 49	0	350	319	353	253	249	251
Вільнюський 50	380	450	764	483	344	441	443
Ризький 2	623	568	488	606	404	513	515
Ризький 4	286	216	203	238	158	207	209
Ризький 6	634	550	392	497	343	339	341
Ризький 7	38	69	74	168	82	25	27
Ризький 8	645	573	540	553	393	491	493
Ризький 9	308	208	229	320	205	306	308
Ризький 10	47	55	48	62	60	81	83
Ризький 29	829	797	697	744	750	777	503



## Продовження до таблиці 3.1

Адреса	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
Київський 1.1	939	818	747	943	710	851	853
Київський 1.2	667	661	609	771	530	598	600
Київський 2.1	942	889	751	942	710	801	803
Київський 2.2	97	85	89	114	83	100	94
Київський 3	1386	1225	1219	1539	1085	1272	1266
Київський 4	228	649	147	425	299	338	340
Київський 5	1352	1259	1100	1405	849	1006	997
Київський 6	225	239	180	201	150	180	182
Київський 6	546	546	440	528	390	433	435
Київський 7.1	1249	1106	933	1229	816	999	988
Київський 7.2	1277	1155	1029	1434	905	1327	1329
Київський 8	1075	1001	966	1186	772	865	867
Київський 11	1614	1513	1314	1696	1194	1341	1343
Київський 12	1206	1086	988	1296	861	1002	1004
Київський 13	899	1165	1351	1369	661	446	448
Бакинський 1	717	690	568	539	430	453	452
Бакинський 2	617	562	492	449	319	297	302
Бакинський 3	512	410	364	398	324	377	381
Бакинський 4	589	485	333	331	282	271	274
Бакинський 5	303	266	233	249	218	230	231
Бакинський 6	394	159	214	216	197	197	199
Бакинський 7	1164	974	853	834	708	845	849
Бакинський 34	460	756	769	591	322	340	344
Бакинський 35	217	190	169	134	122	104	106
Єреванський 1	371	754	495	308	266	313	315
Єреванський 2	822	829	811	873	933	681	888
Єреванський 3 .1	720	798	510	607	484	601	603
Єреванський 3 .2	1580	741	794	983	842	772	777
Єреванський 4 .1	672	689	625	659	635	620	602
Єреванський 4.2	687	528	389	477	440	486	487
Єреванський 4а к	232	156	132	140	140	140	142

Продовження до таблиці 3.1

Адреса	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
Московський 1 .1	747	756	622	773	780	464	466
Московський 1 .2	330	372	317	326	337	214	216
Московський 1 .3	466	522	445	496	494	389	391
Московський 1.4	422	472	331	409	400	278	362
Московський 1 .5	208	223	177	191	197	171	173
Московський 2 .1	250	293	225	218	226	126	128
Московський 2 .2	657	699	593	652	661	530	532
Московський 4 .	501	525	439	478	566	420	422
Московський 5а .	320	437	369	425	426	293	295
Московський 5 .	761	793	715	880	905	816	818
Московський 7 .	722	760	647	725	805	562	564
Московський 9	397	421	369	394	379	244	246
Московський 10 .1	330	413	333	366	372	222	224
Московський 10 .2	467	500	413	429	443	267	269
Московський 11 .1	398	410	357	442	434	255	257
Московський 11 .2	626	638	533	618	629	488	490
Московський 11 .3	377	418	365	386	397	316	318
Московський 11 .4	667	674	554	656	661	529	531
Московський 13	971	996	866	956	1050	751	753
Московський 14 .1	653	365	265	288	271	185	187
Московський 14 .2	451	472	408	470	455	335	337
Московський 15	575	593	509	599	708	487	489
Московський 16	795	650	564	728	863	649	651

Продовження до таблиці 3.1

Адреса	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
Тбіліський 1 .1	298	308	298	288	294	438	418
Тбіліський 1 2	127	134	120	129	139	134	139
Тбіліський 1 .3	352	386	345	374	375	358	362
Тбіліський 1 .4	118	121	110	121	120	124	122
Тбіліський 1 .5	320	326	280	245	219	243	244
Тбіліський 1 6	117	114	107	113	117	126	121
Тбіліський 1 .7	317	299	274	301	301	315	310
Тбіліський 18	119	127	117	122	123	137	125
Тбіліський 3 .1	656	217	222	271	216	210	213
Тбіліський 3 .2	163	130	170	198	230	284	269
Тбіліський 3.3	114	120	109	120	123	125	120
Тбіліський 3 .4	404	388	307	320	326	353	333
Тбіліський 3 .5	134	134	122	129	124	131	135
Тбіліський 4 .1	259	279	235	248	255	250	253
Тбіліський 4.2	71	71	61	70	75	80	81
Тбіліський 4 .3	438	414	401	483	990	106	111
Тбіліський 4 .4	124	132	115	127	132	140	144
Тбіліський 5 .1	454	427	370	468	426	522	515
Тбіліський 5 .2	98	100	109	128	127	139	130
Тбіліський 6 .1	365	389	362	446	457	409	411
Тбіліський 6 .2	158	161	165	172	181	187	192
Тбіліський 6 .3	426	543	461	518	539	573	565
Тбіліський 6 .4	131	136	120	135	145	148	142
Тбіліський 6 .5	498	619	572	574	509	527	531
Тбіліський 6 .6	95	105	100	104	106	109	111

В таблиці 3.2 представлено кількість спожитої електроенергії житлових будинків всього міста за період 2010-2017 рр.

Таблиця 3.2 – Споживання електроенергії за 2010-2017 рр., кВт·год

Рік	Обсяги спожитої електроенергії, кВт·год
2010	1590783
2011	1611264
2012	1641218
2013	1574690
2014	1625583
2015	1583982
2016	1656686
2017	1391494

За даними таблиці 3.2 побудуємо діаграму, яка представлена на рисунку 3.1.

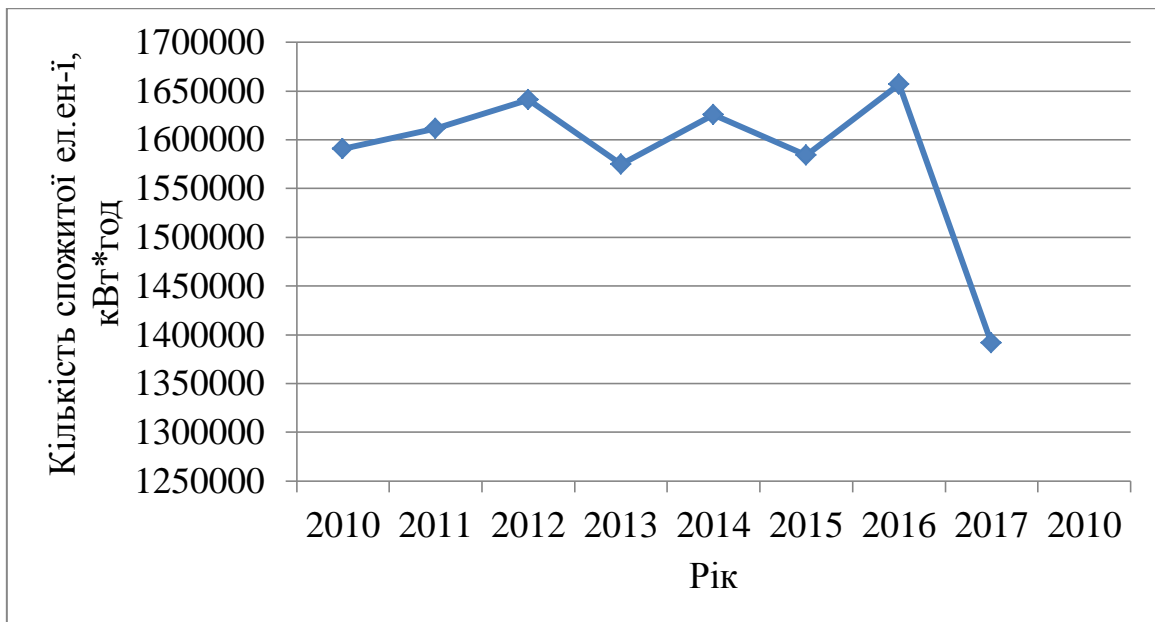


Рисунок 3.1 – Споживання електроенергії за 2010-2017 рр., кВт·год

В таблиці 3.3 проведемо угруповання населення міста Славутич по роках (за період 2010-2017 рр.), а в таблиці 3.4 – за період 01.2018-07.2018 р.

Таблиця 3.3 – Угруповання населення м. Славутич за період 2010-2017рр.

<b>Рік</b>	<b>Кількість населення, осіб</b>
2010	24412
2011	24488
2012	24729
2013	24831
2014	24924
2015	25022
2016	24997
2017	25107

Таблиця 3.4 – Угруповання населення м. Славутич за період 01.2018-07.2018 рр.

<b>Місяць</b>	<b>Кількість населення, осіб</b>
01.2018	24996
02.2018	25006
03.2018	25009
04.2018	24996
05.2018	24997
06.2018	24985
07.2018	24991

В таблиці 3.5 представимо кількість спожитої електроенергії всіх будинків м. Славутич за період 01.2018-07.2018 рр.

Таблиця 3.5 – Обсяги спожитої електроенергії в місцях загального користування всіх будинків м. Славутич за період 01.2018-07.2018 рр.

<b>Місяць</b>	<b>Обсяги спожитої електроенергії, кВт·год</b>
01.2018	117179
02.2018	117494
03.2018	106612
04.2018	106466
05.2018	104688
06.2018	99648
07.2018	100355

Тепер за отриманими даними, які представлено в таблицях 3.2-3.4 побудуємо діаграми, які представлено на рисунках 3.2-3.3 за відповідними періодами залежності обсягів споживання електроенергії від кількості населення. За результатами діаграм ми зможемо побачити як впливає населення на обсяги спожитої електроенергії в місцях загального користування, чи можливо населення не має практичного впливу.

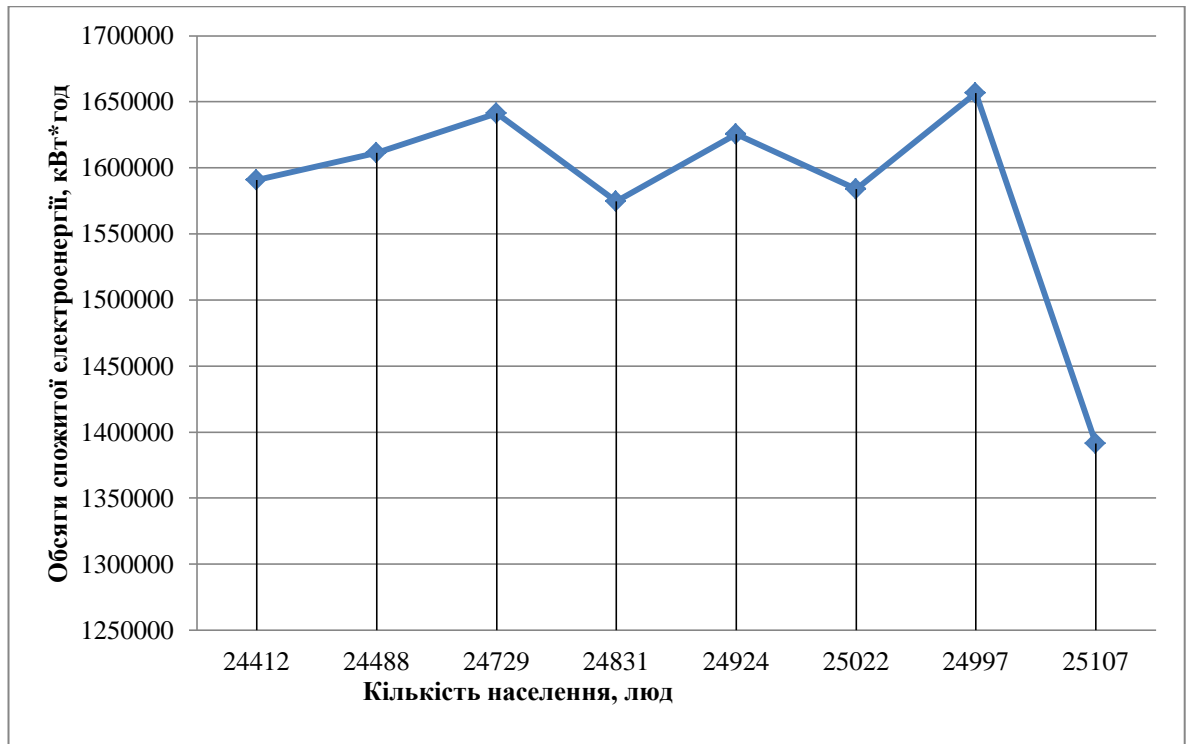


Рисунок 3.2 – Залежність обсягів спожитої електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич та населення за період 2010-2017 рр.



Рисунок 3.3 – Залежність обсягів спожитої електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич та населення за період 01.2018-07.2018 рр.

Отже, представлено базовий рівень обсягів споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич, який отримано за наведеними даними. На підставі аналізу можна сказати, що зменшення обсягу споживання електроенергії не залежить від кількості населення міста, оскільки кількість жителів міста практично незмінна. Тому можна зробити припущення щодо впровадження заходу з енергозбереження ( а саме заміна ламп).

Для побудови ряду динаміки споживання електричної енергії для м. Славутич використовуємо статистичну інформацію з таблиці 3.2 .

Для визначення абсолютної швидкості зміни рівнів ряду динаміки розраховано ланцюговий абсолютний приріст  $\Delta_t^л$  (кВт·год) поточного  $t$ -го рівня ряду динаміки  $y_t$  [21]:

$$\Delta_t^л = y_t - y_{t-1}. \quad (3.1)$$

Відносна швидкість зміни рівнів характеризується ланцюговим коефіцієнтом зростання  $k_t^л$  [21]:

$$k_t^л = \frac{y_t}{y_{t-1}} = \frac{\Delta_t^л}{y_{t-1}} + 1. \quad (3.2)$$

Інтенсивність змін рівнів обсягів попиту на електричну енергію визначається значеннями ланцюгового темпу приросту  $T_{прt}^л$  [21]:

$$T_{прt}^л = \frac{\Delta_t^л}{y_{t-1}} = k_t^л - 1. \quad (3.3)$$

Якщо швидкість розвитку в межах завданого періоду є неоднаковою, тоді необхідно розрахувати абсолютне  $\delta_{абс}$  (кВт·год) та відносне  $\delta_{від}$  прискорення або уповільнення динаміки [21]:

$$\delta_{абс} = \Delta_t^л - \Delta_{t-1}^л, \quad (3.4)$$

$$\delta_{від} = T_{прt}^л - T_{прt-1}^л. \quad (3.5)$$

Результати розрахунків абсолютних і відносних показників ряду динаміки сукупного обсягу споживання електроенергії в місцях загального користування будинків в м. Славутич за 2010-2017 роки, одержаних за формулами (3.1)-(3.5), наведено у таблицях 3.6 – 3.7.



Таблиця 3.6 – Ланцюгові показники динаміки споживання електроенергії в місцях загального користування будинків в м. Славутич за 2010-2017 роки

Рік	$y_t$ кВт·год	$\Delta_t^L$ кВт·год	$k_t^L$	$T_{прt}^L$	$\delta_{абс}$ кВт·год	$\delta_{від}$
2010	1590783	-	-	-	-	-
2011	1611264	20481	1,0129	0,0129	-	-
2012	1641218	29954	1,0186	0,0186	9473	0,0057
2013	1574690	-66528	0,9595	-0,041	-96482	-0,059
2014	1625583	50893	1,0323	0,0323	117421	0,0729
2015	1583982	-41601	0,9744	-0,026	-92494	-0,058
2016	1656686	72704	1,0459	0,0459	114305	0,0715
2017	1391494	-265192	0,8399	-0,16	-337896	-0,206

Отже, згідно отриманих результатів таблиці 3.6 можна побачити, впродовж всього періоду обсяги споживання електричної енергії в м. Славутич є нерівномірними і сягають максимального значення у 2016 році. Значення абсолютного приросту є додатними і від’ємними (3.1). Це означає, що присутні абсолютні швидкості та уповільнення зміни рівнів ряду динаміки за рік. Відповідно до показника відносної швидкості зміни рівня (3.2) для всіх років, спостерігається зміна рівнів ряду, оскільки ланцюговий коефіцієнт зростання  $k_t^L \neq 1$ . Однак, зміни відбуваються відносно рівномірно. Причому порівняння значень  $\Delta_t^L$  і  $k_t^L$  для однакових років показує, що уповільнення відносної швидкості зміни рівня за деякими роками завжди супроводжується зменшенням абсолютних приростів. Максимальна інтенсивність змін рівня обсягів споживання електричної енергії припадає на 2016 рік –  $T_{прt}^L = 0,0459$ , а 2017 р. характеризується мінімальною інтенсивністю змін –  $T_{прt}^L = -0,16$ . Показники  $\delta_{абс}$  і  $\delta_{від}$  показують коливання від додатного до від’ємного значення впродовж всього періоду: абсолютне та відносне прискорення динаміки спостерігається для 2012 р., 2014 р., 2016р, а для всіх інших років ці показники є від’ємними, що свідчить про абсолютне і відносне уповільнення динаміки.

Таблиця 3.7 – Ланцюгові показники динаміки населення в м. Славутич за 2010-2017 роки

Рік	$y_t$ осіб	$\Delta_t^L$ осіб	$k_t^L$	$T_{прt}^L$	$\delta_{абс}$ кВт·год	$\delta_{від}$
2010	24412	-	-	-	-	-
2011	24488	76	1,003	0,003	-	-
2012	24729	241	1,010	0,010	165	0,007
2013	24831	102	1,004	0,004	-139	-0,006
2014	24924	93	1,004	0,004	-9	0,0001
2015	25022	98	1,004	0,004	5	0,0001
2016	24997	-25	0,999	-0,001	-123	-0,005
2017	25107	110	1,004	0,004	135	0,005

Отже, згідно отриманих результатів таблиці 3.7 можна побачити, впродовж всього періоду обсяги споживання електричної енергії в м. Славутич є нерівномірними і сягають максимального значення у 2017 році. Значення абсолютного приросту є додатними і від’ємними (3.1). Це означає, що присутні абсолютні швидкості та уповільнення зміни рівнів ряду динаміки за рік. Відповідно до показника відносної швидкості зміни рівня (3.2) для всіх років, спостерігається зміна рівнів ряду, оскільки ланцюговий коефіцієнт зростання  $k_t^L \neq 1$ . Однак, зміни відбуваються відносно рівномірно. Причому порівняння значень  $\Delta_t^L$  і  $k_t^L$  для однакових років показує, що уповільнення відносної швидкості зміни рівня за деякими роками завжди супроводжується зменшенням абсолютних приростів. Максимальна інтенсивність змін рівня обсягів споживання електричної енергії припадає на 2012 рік –  $T_{прt}^L = 0,01$ , а 2016 р. характеризується мінімальною інтенсивністю змін –  $T_{прt}^L = -0,001$ . Показники  $\delta_{абс}$  і  $\delta_{від}$  показують коливання від додатного до від’ємного значення впродовж всього періоду: абсолютне та відносне прискорення динаміки спостерігається для

2012 р., 2015 р., 2017р, а для всіх інших років ці показники є від'ємними, що свідчить про абсолютне і відносне уповільнення динаміки.

Визначення базисних показників споживання електричної енергії та населення м. Славутич за 2010 -2018 рр.

Для побудови ряду динаміки обсягів споживання електричної енергії та населення м. Славутич за допомогою методу часових рядів із базовими абсолютними змінами використано статистичну базу даних, яка представлена у таблицях 3.2. та 3.3. Базисним початковим рівнем обираємо статистичну інформацію за 2010 рік для споживання електроенергії  $y_0 = 1590783$  кВт · год.; для населення -  $y_0 = 24412$  осіб.

Для визначення абсолютної швидкості зміни рівнів ряду динаміки розраховано базовий абсолютний приріст  $\Delta_t^b$  (кВт·год) поточного  $t$ -го рівня ряду динаміки  $y_t$  [21]:

$$\Delta_t^b = y_t - y_0. \quad (3.6)$$

Відносна швидкість зміни рівнів характеризується базовим коефіцієнтом зростання  $k_t^b$  [21]:

$$k_t^b = \frac{y_t}{y_0} = \frac{\Delta_t^b}{y_0} + 1. \quad (3.7)$$

Інтенсивність змін рівнів обсягів споживання електричної енергії визначається значеннями базового темпу приросту  $T_{прt}^b$  [21]:

$$T_{прt}^b = \frac{\Delta_t^b}{y_0} = k_t^b - 1. \quad (3.8)$$

Якщо швидкість розвитку в межах завданого періоду є неоднаковою, тоді необхідно розрахувати абсолютне  $\delta_{абс}$  (кВт·год) та відносне  $\delta_{від}$  прискорення або уповільнення динаміки [21]:

$$\delta_{абс} = \Delta_t^b - \Delta_0^b, \quad (3.9)$$

$$\delta_{від} = T_{прt}^b - T_{пр0}^b. \quad (3.10)$$

Результати розрахунків абсолютних і відносних показників ряду динаміки сукупного обсягу електричної енергії та населення м. Славутич за

2010-2017 роки, одержаних за формулами (3.6)-(3.10), наведено у таблицях 3.8 – 3.9.

Таблиця 3.8 – Показники динаміки споживання електричної енергії в місцях загального користування за 2010-2017 рр.

Рік	$y_t$ кВт·год	$\Delta_t^{\delta}$ кВт·год	$k_t^L$	$T_{np_t}^{\delta}$	$\delta_{абс}$ кВт·год	$\delta_{від}$
2010	1590783	0	1,000	0,000	0	0,000
2011	1611264	20481	1,013	0,013	20481	0,013
2012	1641218	50435	1,032	0,032	50435	0,032
2013	1574690	-16093	0,990	-0,010	-16093	-0,010
2014	1625583	34800	1,022	0,022	34800	0,022
2015	1583982	-6801	0,996	-0,004	-6801	-0,004
2016	1656686	65903	1,041	0,041	65903	0,041
2017	1391494	-199289	0,875	-0,125	-199289	-0,125

Отже згідно отриманих даних можна побачити, впродовж всього періоду обсяги споживання електричної енергії є нерівномірними і сягають максимального значення у 2016 році. Значення абсолютного приросту є додатними і від’ємними (3.6). Це означає, що присутні абсолютні швидкість та уповільнення зміни рівнів ряду динаміки за рік. Відповідно до показника відносної швидкості зміни рівня (3.7) для всіх років спостерігається зміна рівнів ряду, оскільки ланцюговий коефіцієнт зростання  $k_t^L \neq 1$ . Однак, зміни відбуваються відносно рівномірно. Причому порівняння значень  $\Delta_t^L$  і  $k_t^L$  для однакових років показує, що уповільнення відносної швидкості зміни рівня за деякими роками завжди супроводжується зменшенням абсолютних приростів. Максимальна інтенсивність змін рівня обсягів споживання електричної енергії в м. Славутич припадає на 2016 рік -  $T_{np_t}^L = 0,041$ , а 2017 р. характеризується мінімальною інтенсивністю змін -  $T_{np_t}^L = -0,125$ . Показники

$\delta_{абс}$  і  $\delta_{від}$  показують коливання від додатного до від'ємного значення впродовж всього періоду: абсолютне та відносне прискорення динаміки спостерігається лише для 2011, 2012, 2014, 2016 рр., а для всіх інших років ці показники є від'ємними, що свідчить про абсолютне і відносне уповільнення динаміки.

Таблиця 3.9 - Показники динаміки споживання населення м. Славутич за 2010-2017 рр.

Рік	$y_t$ осіб	$\Delta_t^{\delta}$ осіб	$k_t^l$	$T_{np_t}^{\delta}$	$\delta_{абс}$ осіб	$\delta_{від}$
2010	24412	0	1,000	0,000	0	0,000
2011	24488	76	1,003	0,003	76	0,003
2012	24729	317	1,013	0,013	317	0,013
2013	24831	419	1,017	0,017	419	0,017
2014	24924	512	1,021	0,021	512	0,021
2015	25022	610	1,025	0,025	610	0,025
2016	24997	585	1,024	0,024	585	0,024
2017	25107	695	1,028	0,028	695	0,028

Отже згідно отриманих даних можна побачити, впродовж всього періоду населення м. Славутич є нерівномірними і сягають максимального значення у 2017 році. Значення абсолютного приросту є додатними (3.6). Це означає, що присутня абсолютна швидкість зміни рівнів ряду динаміки за рік. Відповідно до показника відносної швидкості зміни рівня (3.7) для всіх років спостерігається зміна рівнів ряду, оскільки ланцюговий коефіцієнт зростання  $k_t^l \neq 1$ . Однак, зміни відбуваються відносно рівномірно. Причому порівняння значень  $\Delta_t^l$  і  $k_t^l$  для однакових років показує, що уповільнення відносної швидкості зміни рівня за деякими роками завжди супроводжується зменшенням абсолютних приростів. Максимальна інтенсивність змін рівня

обсягів споживання електричної енергії в м. Славутич припадає на 2017 рік -  $T_{\text{пр}t}^{\text{л}} = 0,028$ , а 2011 р. характеризується мінімальною інтенсивністю змін -  $T_{\text{пр}t}^{\text{л}} = 0,003$ . Показники  $\delta_{\text{абс}}$  і  $\delta_{\text{від}}$  мають лише додатне значення впродовж всього періоду.

Для визначення зв'язку між населенням та обсягом спожитої електроенергії в місцях загального користування м. Славутич за період 2010-2017 рр. проведемо кореляційний аналіз, визначивши коефіцієнт кореляції. Для цього проведемо угруповання до таблиці 3.9 за даними з таблиць 3.2 та 3.3

Таблиця 3.10 – Вихідні дані для проведення кореляційного аналізу

<b>Рік</b>	<b>Обсяги спожитої електроенергії, кВт·год</b>	<b>Кількість населення, осіб</b>
2010	1590783	24412
2011	1611264	24488
2012	1641218	24729
2013	1574690	24831
2014	1625583	24924
2015	1583982	25022
2016	1656686	24997
2017	1391494	25107

Далі за даними таблиці 3.10 та за допомогою програмного забезпечення Microsoft « Excel» пакету «Аналіз даних» – інструмент аналізу « Кореляція » безпосередньо проводимо кореляційний аналіз, який представлено на рисунку 3.4 .

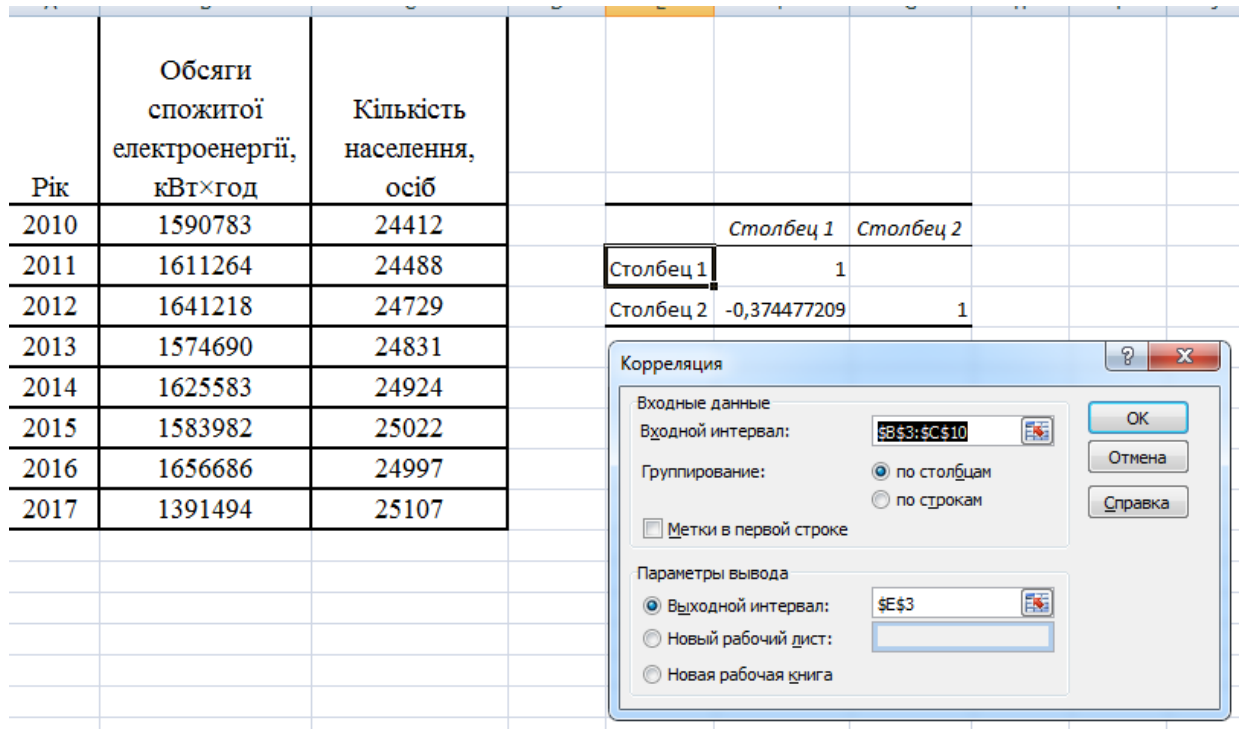


Рисунок 3.4 – Пакет «Аналіз даних» - інструмент аналізу «Кореляція» -  
Результати розрахунку

Отриманий коефіцієнт кореляції між обсягом спожитої електроенергії та кількістю населення м. Славутич за період 2010-2017 рр. наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Коефіцієнт кореляції між обсягом спожитої електроенергії та кількістю населення м. Славутич за період 2010-2017 рр.

	Обсяги спожитої електроенергії, кВт·год	Кількість населення, осіб
Обсяги спожитої електроенергії, кВт·год	1	
Кількість населення, осіб	-0,38	1

За отриманими даними таблиці 3.9 ми бачимо, що в нашому випадку кореляція є від'ємною, тобто коефіцієнт кореляції має від'ємне значення, а саме –  $(-0,38)$ . Це означає, що зі зростанням одного параметру кореляції інший зменшується. В нашому випадку – обсяги спожитої електричної енергії зменшилися, а населення м. Славутич зросло.

### **Висновки до розділу 3**

– за даними базисних показників, які представлено в таблицях 3.6-3.7 ми бачимо, що населення м. Славутич в 2017 р. відносно базисного року (2010 р.) збільшилося, а обсяги спожитої електроенергії в місцях загального користування навпаки – зменшилися ;

– при проведенні кореляційного аналізу ми довели зворотній (від'ємний) зв'язок між кількістю населення та обсягами спожитої електроенергії в м. Славутич та отримали коефіцієнт кореляції значення якого дорівнює  $(-0,38)$ . Отже, ми можемо зробити припущення, що енергетична складова в м. Славутич покращилася. Це сталося в результаті впровадження заходів з енергозбереження житлових будинків в місцях загального користування.



## **РОЗДІЛ 4 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ НА ПРИКЛАДІ М. СЛАВУТИЧ**

В даному розділі побудуємо модель парної лінійної регресії для визначення прогнозного значення споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич за даними, наведеними у таблиці 4.1.

До таблиці 4.1 занесемо такі дані :

- фактичне енергоспоживання м. Славутич, кВт·год ;
- прогнозоване енергоспоживання м. Славутич, кВт·год;
- прогнозована потужність системи освітлення, кВт ;
- кількість годин роботи ламп з урахуванням тривалості світлового дня за місяць, год.

Прогнозоване енергоспоживання ми отримаємо шляхом множення потужності системи освітлення житлових будинків в місцях загального користування на кількість годин роботи ламп за місяць з урахуванням тривалості світлового дня ( оскільки енергоспоживання буде представлено за місяць, то значення ми запишемо середнє значення тривалості світлового дня протягом місяця, торимане з сайту <http://dateandtime.info/uk>). Під потужністю системи освітлення мається на увазі загальна потужність всіх ламп, які встановлено в житлових будинках. Загальну кількість ламп взято на підприємстві – комунальне підприємство « Житлово-комунальний центр» і вона складає 4014 шт. Кількість годин роботи ламп ми отримаємо шляхом віднімання тривалості світлового дня від загальної кількості годин дня (24 год). Для прогнозованого значення енергоспоживання ми приймаємо потужність однієї лампи 9 Вт. Тобто загальна прогнозована потужність системи освітлення в місцях загального користування складає 36,126 кВт.

Застосування автоматичного системного управління освітлення в житлових будинках м. Славутич з урахуванням світлового дня – попередня гіпотеза.

На підставі регресійного аналізу зробимо перевірку та проведемо оцінку статистичної якості оціненого рівняння. Перевірка статистичного якості оціненого рівняння регресії проводиться, з одного боку, по статистичній значущості параметрів рівняння, а з іншого боку, по загальній якості рівняння регресії. За результатами проведеного аналізу визначимо та наведемо кінцеве рівняння парної лінійної регресії.

В регресійному аналізі ми будемо використовувати такий фактор впливу на електроспоживання як – тривалість світлового дня, год.

Для виконання регресійного аналізу будемо застосувати пакет «Аналіз даних» MS Excel (інструмент «Регресія»), а також вбудовані статистичні та математичні функції MS Excel.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для проведення регресійного аналізу

Місяць	Енерго- споживання, кВт*год	Прогнозоване енерго- споживання, кВт*год	Потужність системи освітлення, кВт	Кількість годин роботи ламп, год
		Y		X
01.18	117179	17178,27	36,126	475,51
02.18	117494	13953,31	36,126	386,24
03.18	106612	13708,01	36,126	379,45
04.18	106466	11162,93	36,126	309
05.18	104688	9585,67	36,126	265,34
06.18	99648	8092,22	36,126	224
07.18	100355	9045,95	36,126	250,4

Наведемо перелік умовних позначень, які будуть використовуватись в даному розділі.

Умовні позначення :

- $\hat{y}$  – залежна змінна (результативна ознака) ;
- $\alpha$  – рівень значущості ;
- $a_0, a_1$  – параметри парної лінійної регресії ;
- $a_0$  – вільний член рівняння ;
- $a_k$  – коефіцієнти регресійного рівняння ;
- $df$  – кількість ступенів свободи ;
- $k$  – кількість факторних ознак (незалежних змінних) ;
- $n$  – обсяг вибірки ;
- $P$  – рівень надійності ;
- $p$ -value ( $p$ -значення) – ймовірність прийняття нульової гіпотези ;
- $X$  – діапазон значень факторних ознак ;
- $x_1, x_2 \dots x_k$  – незалежна змінна (факторна ознака) ;
- $Y$  – діапазон значень результативних ознак .

Побудуємо модель множинної лінійної регресії для визначення прогнозного значення споживання електроенергії одного з будинків міста Славутич. Отримання результату досягається за допомогою методів прикладної статистики, які широко використовуються при аналізі зв'язку між явищами. В нашому випадку будемо використовувати регресійний аналіз.

Для проведення розрахунків визначаємо:

- обсяг вибірки  $n = 7$ ,
- кількість незалежних змінних – факторних ознак (це кількість параметрів у рівнянні регресії без вільного члена)  $k = 1$ ,
- число ступенів свободи  $df$  за формулою
- рівень значущості  $\alpha = 0,1$ ;
- рівень надійності = 90%.

Загальний вигляд початкової регресійної моделі:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x \quad (4.1)$$

В рівнянні (4.1) результативна ознака  $\hat{y}$  є очікуваною або прогнозованою величиною споживання електроенергії на підприємстві (кВт\*год), факторні ознаки:  $x$  – кількість годин роботи ламп з урахуванням тривалості світлового дня, год.

В MS Excel для побудови моделі парної регресії обираємо у меню пакету «Аналіз даних» інструмент аналізу «Регресія». Його використання дозволяє отримати результати регресійної статистики, дисперсійного аналізу, довірчих інтервалів. Для цього необхідно виконати наступні послідовні кроки. У верхньому полі діалогового вікна «Вхідний інтервал Y» вводиться діапазон значень результативної ознаки. У наступному полі «Вхідний інтервал X» – діапазон значень факторних ознак. Опція «Мітки» використовується для ідентифікації масиву значень і дозволяє виводити в результати розрахунку назви стовпців, тому якщо зробити позначку, це буде вказувати, що перший рядок містить назви стовпців. Опція «Рівень надійності» визначає межі довірчих інтервалів для коефіцієнтів регресії і за умовчужанням рівень надійності прийнятий рівним 95%. Коли необхідно побудувати довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії з довірчим рівнем, відмінним від 95%, то необхідно встановити позначку і в полі ввести нове значення рівня надійності. Позначка «Константа-нуль» вказує на наявність або відсутність вільного члена в рівнянні.

Результати розрахунку можна вивести на новому робочому аркуші, або на цьому ж аркуші (рис.4.2). Для цього в розділі «Параметри виводу» необхідно обрати поле «Вихідний інтервал» і встановити адресу комірки поточного аркуша, з якої почнеться виведення результатів. В полі «Новий робочий аркуш» можна вказати ім'я нового аркуша (якщо не вказувати, то результати виводяться на новостворений аркуш).



Після того як побудована модель лінійної регресії знайдено, проводиться оцінка значущості як регресійного рівняння в цілому, так і окремих його параметрів. Для цього необхідно проаналізувати отримані вище результати розрахунку. Таблиця 4.2 включає «Р- Значение», як характеризує вірогідність помилкового рішення. Оскільки рівень надійності був заданий 90%, то прийнятність відповідного параметра можлива за умови  $p$  – значення  $< 0,1$ .

Згідно отриманих результатів маємо таке  $p$  – значення –  $(4,31E-80)$

Тепер в таблиці 4.2 наведемо для нової бази результати оцінки параметрів регресії методом найменших квадратів.

Отже, отримуємо рівняння :

$$\hat{y} = (-1,82E - 12) + 36,126 \cdot x \quad (4.2)$$

Таблиця 4.2 – Результати оцінки параметрів регресії методом найменших квадратів

	<b>Коефі- цієнти</b>	<b>Р-Знач</b>	<b>Нижнє 95%</b>	<b>Верхнє 95%</b>	<b>Нижнє 90,0%</b>	<b>Верхнє 90,0%</b>
<b>Y- перетин</b>	$-1,82 \cdot 10^{-12}$	0,101	$-4,15 \cdot 10^{-12}$	$5,12 \cdot 10^{-13}$	$-3,6 \cdot 10^{-12}$	$8,5 \cdot 10^{-15}$
<b>X</b>	36,126	$4,31 \cdot 10^{-80}$	36,126	36,126	36,126	36,126

#### Висновки до розділу 4

Ми побудували парну регресійну модель для визначення прогнозованого споживання електричної енергії в місцях загального користування будинків м.Славутич.

Тобто за допомогою рівняння (4.2) можливо зпрогнозування обсяги спожитої електричної енергії з урахуванням тривалості світлового дня.

Порівнюючи дані таблиці 4.1 ми бачимо, що прогнозоване електроспоживання значно менше від фактичного. Такого результату можливо досягти шляхом впровадження досить ефективного заходу з енергозбереження для житлових будинків – заміна ламп розжарювання на LED-лампи, застосовуючи при цьому автоматичну систему управління освітлення в місцях загального користування житлових будинків м. Славутич.

## РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

Сучасні технології здатні полегшувати життя, гарантувати безпеку, при цьому ще й економити гроші.

Проблема енергозбереження посідає одне з найважливіших місць в розвитку всіх сфер життя людства. Важливим завданням є підвищення енергоефективності галузей промисловості, в тому числі і будівництва. Враховуючи той факт, що 40% спожитої енергії від загальних експлуатаційних затрат споруд використовується під час будівництва, фактор енергозбереження в цій галузі посідає одне з основних місць[23-24].

На сьогодні активною розробкою нових стандартів з енергозбереження в секторі будівництва займається міжнародна організація зі стандартизації ISO [23,25]. Вона розробляє нові підходи з енергетичної ефективності споруд (EPB), які враховують кліматичні та енергетичні потреби промисловості [23-24]. Ці міжнародні стандарти, що розробляються – ISO 52000.

Варто зауважити, що будівельна галузь постійно стикається з рядом завдань і цілей, які вимагають суттєвого скорочення споживання енергії і збільшення використання поновлюваних джерел енергії, що спричинено постійним зростанням обсягів світового будівництва та потребує вирішення зростаючих енергетичних потреб. Деякі розвинені країни світу поставили перед собою завдання впродовж найближчих декількох років звести майже до нуля витрати енергії в нових будівлях. Вони зосередяться на районах з нульовою енергетичною витратою з акцентом на модернізацію існуючих будівель і збільшення долі поновлюваних джерел енергії [23].

За таких умов розробка нової серії стандартів ISO 52000 є ключовим етапом запровадження сучасних та майбутніх інновацій як в будівництві, так і в інших галузях. Вона дозволить оцінити енергоефективність споруд на



сучасному рівні при мінімальних затратах. Оцінка енергетичної ефективності споруд включає ряд завдань [23-24]:

- оцінка дотримання будівельних норм і правил, з урахуванням обмежень з використання енергії або її обумовленої кількості;
- моніторинг енергетичної ефективності будівель і систем технічного забезпечення;
- сертифікація енергетичної ефективності споруд та відображення рівня енергоспоживання;
- планування заходів з економії енергії, шляхом її прогнозування.

Тобто, оцінку енергоефективності споруд необхідно розглядати як комплексний критерій з енергозбереження. Він включає не тільки використання інноваційних технологій під час будівництва нових та реконструкції існуючих споруд, а й оцінку загального енергоспоживання, що використовується для опалювання, охолодження, освітлення, вентиляції, гарячого водопостачання, а в деяких випадках, і для побутової електричної техніки [23].

Отже, підвищення енергоефективності споруд закладів та інших галузей вимагає використання інноваційних будівельних технологій, запровадження сучасних стандартів з енергоефективності та комплексного підходу як до проектування нових, так і реконструкції існуючих будівель з одночасним врахуванням загального енергоспоживання всіх їх технічних систем [23].

В Україні існує Закон « Про енергетичну ефективність будівель». Цей Закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Закон регулює відносини, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель, з метою підвищення рівня енергетичної ефективності будівель з урахуванням місцевих кліматичних умов та

забезпечення належних умов для проживання та/або життєдіяльності людей у таких будівлях[11].

Державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель базується на таких засадах [11]:

- забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, національних стандартів, норм і правил;
- стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;
- забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;
- створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель;
- забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;
- розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії.

Енергетична ефективність будівель визначається відповідно до методики, що розробляється з урахуванням вимог актів законодавства Європейського Союзу, Енергетичного Співтовариства, гармонізованих європейських стандартів у сфері енергетичної ефективності будівель та затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва [11].

Під час проведення розрахунку енергетичної ефективності будівель може використовуватися програмне забезпечення для визначення енергетичної ефективності будівель, всі розрахункові елементи якого відповідають вимогам методики визначення енергетичної ефективності будівель та застосовуються у порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

Сертифікація енергетичної ефективності об'єктів будівництва здійснюється на замовлення та за рахунок замовника [11].

У разі укладення договорів купівлі-продажу, найму (оренди) будівлі, житлового або нежитлового приміщення будівлі продавець або наймодавець (орендодавець) на вимогу потенційного покупця або наймача (орендаря) має надати інформацію про енергетичний сертифікат будівлі (у разі якщо сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою та/або проведеною) або повідомити про відсутність такого сертифіката [11].

В даному розділі буде запропоновано побудова smart – house для м. Славутич.

Розумний будинок (або smart-house) — це сучасний продукт діджиталізації, що працює на основі штучного інтелекту. Вважається, що проживання у будинку з подібними налаштуваннями робить життя простішим [26].

В основі розумних будинків лежить операційна система multi-room, а усі електроприлади пов'язані між собою функціонально та об'єднані у домашню мережу з виходом в інтернет. Керувати ними можна за допомогою пульта, дисплею, ПК або смартфона. Система мульти-рум аналізує параметри всередині приміщення, а за допомогою кількох клавіш можна налаштувати роботу приладів «під себе» [26].

До системи «Розумний дім» входять такі компоненти [26]:

- центр керування (у вигляді планшету або консолі), що записує та інтерпритує дані з датчиків.
- датчики руху, диму, затоплення, відкриття вікон або дверей, освітленості, вологості, температури.
- автоматичні водяні крани.
- терморегулятор для батарей.
- зчитувачі показників лічильників.
- відеодомофон.

- інколи також — голосові помічники.

Система керування світлом дає змогу запрограмувати світлові сцени у будинку.

«Розумний будинок» (англ. smart home) - житловий будинок сучасного типу, організований для проживання людей за допомогою автоматизації і високотехнологічних пристроїв. Під «розумним» будинком слід розуміти систему, яка забезпечує безпеку, комфорт і ресурсозбереження для всіх користувачів [27]. У найпростішому випадку вона повинна вміти розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будинку, і відповідним чином на них реагувати: одна з систем може управляти поведінкою інших за заздалегідь виробленим алгоритмам. Головні завдання які вирішують системи [27]:

- управління світлом. Одна з головних функцій будь-якого поважаючого себе «розумного будинку» - створення світлових сценаріїв, коли натискання на одну кнопку включає оптимальне освітлення для тієї чи іншої ситуації. Наприклад, режим «Вечірка» може приглушити усе верхнє світло і включити настінні світильники, а «Прибирання», навпаки, створить максимальне освітлення в кімнаті. Додаткові можливості з'являються при використанні датчиків - руху, освітленості, часу.

- система безпеки. Камери відеоспостереження, датчики руху і об'єму дозволяють відслідковувати появу непрошених гостей. А сенсори температури, вологості і контролю газу повідомляють про побутові аварії: протічках в каналізації, пожежонебезпечних ситуаціях і витоках газу та інше.

- сенсорне управління. Встановлені замість звичайних кнопок пультів сенсорні панелі значно розширюють можливості користувача. Сюди може виводитися схема будинку з вказівкою всіх присутніх і працюючих компонентів, зміст музикальних треків, зображення з камер спостереження і т.д. Правда, задоволення це досить недешеве.

– віддалене управління. Є кілька варіантів управління «розумним будинком» на відстані. Можна це робити, наприклад, через сторінку в Internet, виходячи на неї з будь-якого комп'ютера і використовуючи індивідуальний пароль. Однак у цього варіанту є недоліки. По-перше, в будинку обов'язково повинен бути включений комп'ютер. А по-друге, сторінку в Інтернеті можна зламати. Але на ринці вже присутні рішення, суть яких така: в будинку встановлюється IP- інтерфейс - контролер з постійною IP - адресою, який з одного боку підключений до Internet, а з іншого - до «розумного дому». Посилати команди на цей інтерфейс можливо тільки з одного - єдиного комп'ютера (ноутбука, смартфона) - твого. Таким чином можна отримати універсальний бездротовий пульт керування, що працює з системою через Wi-Fi і керуючий будинком з будь-якої точки світу.

– голосове управління. Функція, на яку купуються всі, хто читає статті про «розумні будинки», а головне - всі, хто про це пише. Найцікавіше, що дана функція в повсякденному житті майже не застосовується. Справа в тому, що управляти голосом сьогодні можна реалізувати тільки через комп'ютер і лише за допомогою мікрофону або як варіант - Bluetooth-гарнітури.

Для того щоб спрогнозувати напрямок розвитку технології, проаналізуємо доступні нам факти. Концепція "розумного будинку" цікава і перспективна. На даний момент велика кількість компаній, у тому числі в Україні, пропонують послуги зі створення таких диво-будинків. Сама технологія реалізується дешево (бездротова або з використанням існуючих силових кабелів), а ось настройка такої системи, особливо якщо вона управляється програмно з комп'ютера, - річ досить складна для замовника, як і будь-які нові технології, до яких люди довго звикають, і обійдеться не так вже й дешево її власникам. Крім того, наявність таких рішень необхідно враховувати при розробці дизайну приміщень [27].

Будинки, в яких ми живемо, є частиною нашого життя, де ми проводимо досить багато часу, а значить, повинні поєднувати в собі максимум комфорту, функціональності і допомагати економити.

### 5.1 Опис ідеї стартап-проекту

Для скорочення обсягів споживання електроенергії м. Славутич запропонуємо такий розумний будинок, освітлення в місцях загального користування якого буде залежати від тривалості світлового дня. Тобто проект такого будинку повинен враховувати достатню освітленість місць загального користування в житлових будинках. Але штучне освітлення все одно залишається в будинку.

Зміст ідеї, напрямки застосування та вигоди для жителів м. Славутич наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Опис ідеї стартап-проекту

<b>Зміст ідеї</b>	<b>Напрямки застосування</b>	<b>Вигоди для жителів м. Славутич</b>
Встановлення світлодіодних ламп, системи управління освітленістю, які дадуть значно скоротити обсяги спожитої електроенергії	Приватні будинки	1. Можливість скоротити плату за комунальні послуги
	Офіси	
	Багатоквартирні будинки	2. Більш чітке освітлення
		3. Довший термін експлуатації

В першу чергу, увага звертається на можливість встановлення даних пристроїв в багатоквартирних будинках.

Для аналізу всіх особливостей даних приладів детальну інформацію щодо технологічних характеристик зведено в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Слабка сторона	Нейтральна сторона	Сильна сторона
1.	Єдиний в своєму роді	+		
2.	Новизна		+	+
3.	Здатність до масштабованості			+
4.	Простота у використанні			+
5.	Можливість скорочення обсягів споживання електричної енергії			+

Підсумовуючи інформацію наведену в таблиці 5.2, можна сказати даний проект має сильні сторони, але унікальність є слабкою стороною.

## 5.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Для аналізу ринкових можливостей запуску стартап-проекту необхідно визначити потенційні групи клієнтів та їхні характеристики. Орієнтовний перелік потенційних груп клієнтів та їхні характеристики наведено в таблиці 5.3. Наразі провести аналіз конкуренції на ринку є неможливим, так як ринок ще несформований.

Таблиця 5.3 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<b>№</b>	<b>Потреба, що формулює ринок</b>	<b>Цільова аудиторія</b>	<b>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</b>	<b>Вимоги споживачів до товару</b>
1.	Потреба в зменшенні обсягів електроспоживання та оплати послуг за спожиту електроенергію	Приватні будинки	Розташовані в більшості в селах (або за містом)	Надійність та безперебійність у роботі
2.		Багатоповерхові будинки	Розташовані у містах	
3.		Офіси	Розташовані у містах	

Стартап-проект відзначається певною мірою ризику, тому проведемо аналіз факторів, які можуть перешкоджати ринковому впровадженню проекту. Фактори загроз представлені у таблиці 5.4.

Проведення аналізу дало змогу визначити ряд факторів, які представляють можливості для впровадження стартап-проекту. Фактори можливостей наведено в таблиці 5.5.

Аналізуючи фактори загроз та можливостей зроблено висновок, що фактори які загрожують впровадженню даного стартап-проекту є поява конкуренції на ринку та низький дохід жителів. Щодо можливостей, то підвищення тарифу на електричну енергію та перебої у постачанні



електричної енергії дозволять збільшити попит на пристрій та вартість пристрою.

Таблиця 5.4 - Фактори загроз

№	Фактори	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція	Зменшення попиту на товар	Популяризація
			Удосконалення приладів
2.	Низький дохід покупця	Зниження зацікавленості до встановлення приладів, та їх недоступність	Пропозиція додаткових умов для використання приладів (проведення акцій)
3.	Тариф за комунальні послуги		

Таблиця 5.5 - Фактори можливостей

№	Фактори	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Підвищення тарифу на електричну енергію	Зменшення обсягів спожитої електроенергії	Збільшення попиту на прилади

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу на основі виділених ринкових загроз та можливостей [28].

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового

середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

SWOT-аналіз представлений у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - SWOT-аналіз стартап-проекту

<b>S (сильні сторони)</b>	<b>W (слабкі сторони)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- наявна кількість потенційних клієнтів;</li> <li>- необхідні технології наявні на сьогодні;</li> <li>- простота у використанні.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наявність конкуренції;</li> </ul>
<b>О (можливості)</b>	<b>T (загрози)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- зростання попиту на даний пристрій;</li> <li>- можливість дистанційного керування;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низький дохід споживачів;</li> <li>- конкуренція;</li> <li>- підвищення тарифів на електроенергію.</li> </ul>

### Висновки до розділу 5

В даному розділі було розроблено стартап-проект для зменшення обсягів споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків м.Славутич. Проект по встановленню світлодіодних ламп та управління системи освітлення є досить перспективним для впровадження на цільовому ринку. Маркетинговий аналіз показує, що даний проект має ряд факторів загроз та можливостей, в яких можна прослідкувати можливу реакцію клієнтів. Для виявлення сильних та слабких сторін, можливостей та загроз проекту було проведено SWOT-аналіз, який чітко відображає положення проекту на ринку.

## ВИСНОВКИ

- 1.) Магістерська робота була виконана з урахуванням обсягів спожитої електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків на прикладі м.Славутич. Зростання спожитої електроенергії призводить до більшої плати жителів міста за комунальні послуги. Дане питання є важливим для мешканців житлових будинків. Тому виникає важлива необхідність підвищення енергоспоживання житлових будинків.
- 2.) На сьогодні важливим є прогнозування енергоспоживання та система управління приладів освітлення.
- 3.) В магістерській дисертації застосовується системний підхід щодо електроспоживання для аналізу та визначення впливу стохастичних показників на обсяги споживання електричної енергії в місцях загального користування житлових будинків. Зокрема були застосовані наступні методи:
  - аналіз часових рядів, в нашому випадку – обсяги споживання електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич по місяцях та по роках;
  - регресійний аналіз;
  - порівняльний аналіз;
  - кореляційний аналіз.
- 4.) Під час дослідження було розглянуто прогнозоване електроспоживання, яке залежало від тривалості світлового дня за допомогою регресійного аналізу. Але даний варіант прогнозування виконувався при встановлених світлодіодних ламп в місцях загального користування житлових будинків.
- 5.) В роботі було представлено базовий рівень обсягів споживання

електроенергії в місцях загального користування будинків м. Славутич. На підставі аналізу можна сказати, що зменшення обсягу споживання електроенергії не залежить від кількості населення міста, оскільки кількість жителів міста практично незмінна. Тому можна зробити припущення щодо впровадження заходу з енергозбереження ( а саме заміна ламп).

- 6.) За даними базисних показників, доведено, що населення м. Славутич в 2017 р. відносно базисного року (2010 р.) збільшилося, а обсяги спожитої електроенергії в місцях загального користування навпаки – зменшилися.
- 7.) Для визначення зв'язку між населенням та обсягом спожитої електроенергії в місцях загального користування м. Славутич за період 2010-2017 рр. проведено кореляційний аналіз, визначивши коефіцієнт кореляції. В нашому випадку кореляція є від'ємною, тобто коефіцієнт кореляції має від'ємне значення, а саме –  $(-0,38)$  . Це означає, що зі зростанням одного параметру кореляції інший зменшується. В нашому випадку – обсяги спожитої електричної енергії зменшилися, а населення м. Славутич зросло.
- 8.) В даній роботі буде запропоновано побудова smart – house для м. Славутич. Концепція "розумного будинку" цікава і перспективна. В розумному будинку будуть встановлені LED – лампи, які споживають досить в невеликій кількості електричну енергію, датчики присутності та регулювання освітлення буде здійснюватися за допомогою управління системи освітлення житлового будинку в місцях загального користування. Контроль регулювання освітленням буде здійснювати компанія, в якій перебуватиме на балансі даний будинок.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.) Закон України „Об энергосбережении”// Ведомости Верховного Совета Украины. – 1994. – № 30. – С. 893–904.
- 2.) Разумный Ю. Т., Заїка В. Т., Степаненко Ю. В. Энергосбереження. – Дніпропетровськ: НГУ, 2008. – 164 с.
- 3.) Макаренко В. А., Гриб О. Г., Малеев О. І. Энергосбереження і поновлювані енергоресурси – важливий шлях розвитку систем енергопостачання // Энергосбережение• Энергетика •Энергоаудит. – 2007. – № 11. – С. 38–48.
- 4.) Тимофеев В. Н., Немировский И. А. Энергоменеджмент и энергосбережение – общность и отличия // Энергосбережение•Энергетика•Энергоаудит. – 2007. № 5. – С. 32 – 37.
- 5.) Ратушняк Г. С. Управління проектами енергосбереження шляхом термореновації будівель : навч. посіб. / Г. С. Ратушняк, О. Г. Ратушняк. — Вінниця : ВНТУ, 2006. — 106 с.
- 6.) Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню : Постанова № 220 від 26.02.2015 р. [Електронний ресурс] / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг // Офіційний вісник України. — 2015. — № 15/1. — С. 399. — Режим доступу : <http://ovu.com.ua/proceedings/838>
- 7.) Євросоюз: лампи розжарювання доживають свій вік [Електронний ресурс] // DW Made for minds. — Режим доступу : <http://www.dw.com/uk/євросоюз-лампи-розжарювання-доживають-свій-вік/a-4602622> .
- 8.) В Узбекистані через рік заборонять продаж ламп розжарювання більше 40 Вт [Електронний ресурс] // ECO town. Режим доступу :

<http://ecotown.com.ua/news/V-Uzbekystani-cherez-rik-zaboronyat-prodazh-lamp-rozzharyuvannya-bilshe-40-Vt/> .

- 9.) У Грузії почали виробляти LED-лампочки [Електронний ресурс] // ECO town. Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-Hruziyi-pochaly-vyroblyaty-LED-lampochky-/> .
- 10.) ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ [Електронний ресурс] - Режим доступу : <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/1950>
- 11.) Закон України Про енергетичну ефективність будівель [Електронний ресурс] Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
- 12.) Макаренко В. А., Гриб О. Г., Малєєв О. І. Енергозбереження і поновлювані енергоресурси – важливий шлях розвитку систем енергопостачання // Енергосбережение• Енергетика •Енергоаудит. – 2007. – № 11. – С. 38–48.
- 13.) ШЛЯХИ ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ В СФЕРІ ЖКГ [Електронний ресурс] - Режим доступу : [eee.khpi.edu.ua/article/download/21819/19339](http://eee.khpi.edu.ua/article/download/21819/19339)
- 14.) Досвід міста Славутич у сфері енергозбереження [Електронний ресурс] - Режим доступу : [http://mradaptology.gov.ua/news/1303-dosvid\\_mista\\_slavutich\\_u\\_sferi\\_energozberezhennia.html](http://mradaptology.gov.ua/news/1303-dosvid_mista_slavutich_u_sferi_energozberezhennia.html)
- 15.) Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 228 с.: ил.
- 16.) Прогнозування та аналіз часових рядів. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальності 051 «Економіка» освітня програма «Економічна кібернетика», «Економічна аналітика» / Укл.: Юрченко М. Є. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 88 с.
- 17.) МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ ЗА ТЕМОЮ: «РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ В ЗАДАЧАХ СИСТЕМ

- ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ» / Укл. : Стрелкова Г.Г. , к.ф.-м.н., доц. каф. ЕП ІЕЕ КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, 2017. – 16 с.
- 18.) Аналіз порівняльний. Що таке порівняльний аналіз [Електронний ресурс] - Режим доступу : <https://gorodenok.com/аналіз-порівняльний-що-таке-порівнял/>
  - 19.) Кореляційний аналіз [Електронний ресурс] - Режим доступу : [https://pidruchniki.com/14990528/ekonomika/korelyatsiyniy\\_analiz](https://pidruchniki.com/14990528/ekonomika/korelyatsiyniy_analiz)
  - 20.) Кореляція і залежність [Електронний ресурс] - Режим доступу : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Кореляція\\_і\\_залежність](https://uk.wikipedia.org/wiki/Кореляція_і_залежність)
  - 21.) Енергетика: економіка, технології, екологія. 2015. № 2
  - 22.) «РОЗУМНИЙ БУДИНОК». ЯК СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТВОРЮЮТЬ КОМФОРТ ТА ДОПОМАГАЮТЬ ЗЕКОНОМИТИ [Електронний ресурс] - Режим доступу : [http://tvoemisto.tv/news/shtuchnyy\\_intelekt\\_tvogo\\_zhytla\\_chy\\_biznesu\\_tehnologii\\_yaki\\_stvoryuyut\\_komfort\\_ta\\_ekonomlyat\\_groshi\\_84193.html](http://tvoemisto.tv/news/shtuchnyy_intelekt_tvogo_zhytla_chy_biznesu_tehnologii_yaki_stvoryuyut_komfort_ta_ekonomlyat_groshi_84193.html)
  - 23.) ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СПОРУД ЗАКЛАДІВ СФЕРИ ПОСЛУГ [Електронний ресурс] - Режим доступу : <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/123456789/1203/1/якимчук.pdf>
  - 24.) Повышение энергоэффективности зданий за счет комплексного подхода ISO [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.iso.org/iso/ru/home/news/>
  - 25.) ИСО – Международная организация по стандартизации. Разработчик и издатель международных стандартов [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.iso.org/iso/ru/home/>
  - 26.) Розумний будинок – з чого він складається та чи потрібен вам [Електронний ресурс]: – Режим доступу : <https://nachasi.com/2018/06/25/smart-house-faq/>
  - 27.) Дужак І.О. Автоматизація технологічних і бізнес-процесів № 13,14/ - 2013. – 31-33 с.

- 28.) Бланк, С. Стартап. Настольная книга основателя / С. Бланк, Б. Дорф; пер. с англ. Т. Гутман, И. Окунькова, Е. Бакушева. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2014. – 614 с.
- 29.) Управління освітленням Smart Bus [Електронний ресурс]: – Режим доступу : <http://sitem.com.ua/1813smartbus.php>
- 30.) Дізнайтеся про сучасні можливості мережевого освітлення [Електронний ресурс]: – Режим доступу : <http://www.lighting.philips.ua/education/connected-lighting>